Tiberius Cavallo's ausführliches Handbuch der Experimental-Naturlehre in ihren reinen und angewandten Theilen.

Aus dem Englischen mit Anmerkungen

von

D. Johann Bartholomä Trommsdorff
Professor der Chemie auf der Universität zu Erfurt, wie auch Apotheker daselbst, und mehrerer gelehrten Gesellschaften Mitglied.

Vierter Band.

Mit 3 Kupfertafeln.

Erfurt,
in der Hennings'schen Buchhandlung
1806.

Inhalt.

Erster Abschnitt.

Von der Elektrizität . . . Seite 1

Erstes Kapitel. Allgemeiner Begriff der Elektrizität 5

Zweites Kap. Von den entgegengesetzten Elektrizitäten 12

Drittes Kap. Von der mitgetheilten Elektrizität, besonders von der den Leitern mitgetheilten 19

Viertes Kap. Von der durch elektrische Körper mitgetheilten Elektrizität und von der Leidner Flasche 28

Fünftes Kap. Beschreibung des elektrischen Apparats 44

Sechstes Kap. Elektrische Versuche . . 50

Siebentes Kap. Von den verschiedenen Quellen der Elektrizität 84

Achtes Kap. Von der Art der Elektrizität, die durch Schmelzen, Erkälten, Erwärmen und Verdampfen erregt wird . . . 91

Neuntes Kap. Von der atmosphärischen Elektrizität 98

Zehntes Kap. Von der thierischen Elektrizität . 111

Eilftes Kap. Von dem Galvanismus 121

Zweiter Abschnitt.

Von dem Magnetismus . . Seite 169

Erstes Kapitel. Von der magnetischen Anziehung und Abstoßung . . . 172

Zweites Kap. Von der Polarität des Magnets 183

Drittes Kap. Von der Neigung der Magnetnadel 194

Viertes Kap. Von der Mittheilung des Magnetismus 199

Fünftes Kap. Theorie des Magnetismus . 208

Sechstes Kap. Von der Einrichtung und dem Gebrauche der vorzüglichsten magnetischen Instrumente, und Beschreibungen von Versuchen, welche zur Erläuterung des Gegenstandes dienen. 213

Erster Abschnitt.

Von der Elektrizität

Schon drei oder vier Jahrhunderte vor der christlichen Zeitrechnung, waren die aufgeklärtesten und gelehrten Männer mit einer merkwürdigen Eigenschaft wenigstens zweier mineralischer Körper, nämlich des Bernsteins und eines andern harten Steines, den Theophrast den Lynkurer nennt, und der wahrscheinlich derjenige ist, der jetzt den Namen Turmalin führt, bekannt. Sie wußten, daß jeder dieser beiden Körper, vorzüglich aber der erstere, wenn sie ein wenig gerieben werden, kleine Körper, dergleichen Strohhalme, Asche u. s. w. sind, wenn sie ihnen bis auf eine gewisse Entfernung genähert werden, an sich reißen.

Sie wußten ferner, daß ein anderes Mineral, das sie Magnet nannten, Eisen und alle solche Körper anziehet, die eine hinreichende Quantität dieses Metalles enthalten. Allein es hatte doch ein großer und unverkennbarer Unterschied zwischen der Kraft des Magnets und der der andern erwähnten Körper statt. Der Magnet zog blos das Eisen an und dazu bedurfte es keines vorhergegangenen Reibens; die anderen Körper hingegen, wirkten nicht, wenn sie nicht vorher gerieben

wurden; wenn dies aber geschehen war, so zogen sie jede Art der Körper ohne Unterschied an, wenn sie nur leicht genug dazu waren.

In der Folge entdeckte man, daß auch mehrere andere Körper, zum Beispiele: Edelsteine, Schwefel, Glas u. dgl. mehr, die anziehende Kraft, zwar nicht mit dem Magnete, aber doch mit dem Bernstein, gemein haben; man sagte daher von ihnen, daß sie die Eigenschaft des Bernsteins besäßen, und weil dieser in der griechischen Sprache Elektron heißt, so leitete man davon das Wort Elektrizität ab und sagte daher von jenen Körpern, daß sie Elektrizität besäßen, oder die elektrische Eigenschaft hätten. Nach Verlauf einiger Jahrhunderte machte man die Entdeckung, daß mäßig erwärmte, trockne und gehörig geriebene größere Körper, andere in einer weiteren Entfernung und mit größerer Kraft anzogen, als kleinere Körper der nämlichen Art, und da man sich leicht große Stücken von Glas und Schwefel verschaffen konnte, so machte man auch bald Versuche, die anziehende Kraft dieser Substanzen zu verstärken und dadurch wurden nach und nach immer mehrere Eigenschaften der elektrischen Kraft entdeckt.

So entdeckte man zum Beispiele, daß ein und derselbe Körper, leichte Körper nicht nur anzieht, sondern auch abstößt und daß dies Anziehen und Abstoßen wechselsweise und wiederholt geschieht.

Man entdeckte ferner, daß diese anziehende Kraft von dem Glase, dem Schwefel, dem Bernstein u. s. w. andern Körpern, die sie durch Reiben nicht erhielten, mitgetheilt werden konnte.

Man beobachtete endlich, daß, wenn man den geriebenen, oder wie man sonst auch sagte, den erregten oder elektrisirten Körper berührte, Funken aus demselben fuhren, die mit einem Knistern oder einem hörbaren Geräusche verbunden waren und daß man, wenn man

mit irgend einem Theile des Körpers die elektrisirte Substanz berührte, eine Empfindung bekam, als ob dieser Theil in dem Augenblicke da jener Funke sich zeigte, von etwas sey gestoßen worden.

Die meisten dieser Entdeckungen wurden in dem siebenzehnten Jahrhundert gemacht, und da sie unvergleichbar stärker überraschend waren als die bloße Anziehung eines Stückes Bernstein, so erregten sie die Aufmerksamkeit, den Untersuchungsgeist und den Eifer ähnliche Versuche zu machen unter den Physikern von ganz Europa in einem hohen Grade. Die Menge der Arbeiter, die Mannichfaltigkeit der erfundenen Maschinen und der angestellten Versuche, führten zu neuen noch auffallenderen Entdeckungen und machten die Elektrizität für den Geist des Naturforschers zu einem höchst interessanten Gegenstande.

Es wurde auch bald entdeckt, daß die elektrische Kraft in der sogenannten Leidner-Flasche konnte angehäuft werden, in dem man nämlich mehrere einzelne aus einem Stücke geriebenen Schwefel oder Glas gezogene Funken in dieser Flasche sammelte, wodurch ihre Kraft verstärkt wurde, und daß diese gesammelten Funken auch wieder auf einmal konnten entladen werden und dann auf einen die Flasche berührenden Körper außerordentliche Wirkungen machten. Man sah nämlich, daß die härtesten Metalle dadurch geschmelzt, Thiere getödtet, brennbare Körper entzündet und feste zerbrochen werden konnten u. s. w. und daß also die elektrische Kraft die nämlichen Wirkungen hervorbrachte, die der Blitz hat.

Nicht lange nach der Erfindung der Leidner Flasche überzeugte man sich auch in der That völlig davon, daß die Elektrizität und die Kraft, welche den Blitz und den Donner hervorbringt, schlechterdings eine und dieselbe ist.

In der Folge entdeckte man ferner, daß Elektrizität auch noch auf andere Art als blos durch Reiben, nämlich auch durch Erwärmen, Abkühlen, Verdampfung, Verdichtung, Aufbraußen u. s. w. kann erregt werden, und daß es also schwerlich eine Operation der Natur giebt, bei der die elektrische Kraft nicht mitwirket. Allein indem wir jetzt die Allgemeinheit ihres Einflusses bewundern und dem Scharfsinne der Naturkundiger, der uns mit diesen wundervollen Wirkungen bekannt gemacht hat, den verdienten Beifall zollen, müssen wir doch auch unsre gänzliche Unwissenheit in Ansehung der Ursache, die sie hervorbringt, gestehen, und so sehen wir uns genöthiget, die Stärke und die Schwäche des menschlichen Verstandes zugleich anzuerkennen.

Der höchstausgebreitete Einfluß der Elektrizität auf alle Wirkungen der Natur, ihre große Kraft und ihre sich immer gleichbleibende Wirkung, scheinen anzuzeigen, daß sie bei mehreren großen und nothwendigen Naturprozessen wesentlich thätig ist. Allein, bei der Untersuchung der Natur, des Einflusses und des Nutzens derselben, können wir doch nichts anders als bloße Hypothesen zum Grunde legen.

Die Aufstellung der Thatsachen, die nützlichste Art sie anzuwenden, und die zur Erklärung derselben aufgestellten besten Hypothesen, das zusammengenommen wird den Inhalt dieses Abschnittes ausmachen *).

*) S. Priestley's Geschichte des gegenwärtigen Zustandes der Elektrizität.

Erstes Kapitel.

Allgemeiner Begriff der Elektrizität.

Wenn man eine reine und trockene Glasröhre in die eine Hand nimmt und sie mit der anderen, die, wie die Röhre, trocken und rein seyn muß, reibt, in dem man sie damit aufwärts und abwärts streichet, und nachdem dies einigemal geschehen, derselben kleine und leichte Stückchen Papier, Zwirnsfäden, leichte Stückchen von Metall oder irgend einer anderen Substanz nähert, so zieht sie die geriebene Röhre sogleich an und stößt sie nach einer kurzen Zeit auch wieder ab; dann zieht sie sie wieder an und stößt sie wieder ab und so fort, und dieses wechselseitige Anziehen und Abstoßen dauert eine ziemliche Zeit lang.

Wenn die Glasröhre im Dunkeln gerieben wird und man nähert ihr dann einen Finger bis auf ungefähr einen halben Zoll, so bemerkt man zwischen der Röhre und dem Finger einen Funken, dessen Erscheinung mit einem knisternden Geräusche verbunden ist, indem der Finger zugleich einen Stoß bekömmt, wie man ihn fühlt, wenn man von Luft getroffen wird, welche mit Gewalt aus einer Röhre dringt *).

*) Die andern Arten Elektrizität zu erregen, werden in der Folge beschrieben werden.

Die bei diesem Versuche sich zeigende Anziehung, Abstoßung der Funken u. s. w., das alles sind Wirkungen jener unbekannten Ursache, die man Elektrizität nennt, daher sie auch elektrische Erscheinungen genannt werden. Die Glasröhre selbst heißt der elektrische Körper, und so nennt man auch alle diejenigen Substanzen, welche, wenn sie gerieben werden, dergleichen Wirkungen hervorbringen. Da das Reiben in ihnen die Kraft dies zu thun zu wecken scheint, so sagt man von ihnen, daß sie durch Reiben erregt würden. Die Hand oder jeder andere Körper, durch den dies geschieht, heißt daher der Reiber und bedient man sich einer Maschine, die im Stande ist, Elektrizität zu erregen, so nennt man sie eine Elektrisirmaschine.

Man hänge ein längliches Stück Metall, dergleichen eine Mörserkeule, ein langer metallener Löffel u. dergl. ist, an einer über einen Fuß langen und trockenen seidenen Schnur an einem schicklichen Träger auf, wie bei Fig. 1. Taf. XXIII. und nähere dem unteren Ende desselben dergleichen kleine leichte Körper als bei dem vorigen Versuche erwähnt worden, bis auf ungefähr einen Zoll; dann berühre man das obere Ende A, des hängenden metallenen Körpers mit einer geriebenen trockenen Glasröhre, so wird das untere Ende B jenes Körpers, die leichten Substanzen anziehen und wieder abstoßen, und auch Funken geben u. s. w. gerade wie die erregte Röhre selbst es thut, zum Beweise: daß die elektrische Kraft von dem Ende A bis zu dem anderen Ende B durch das Metall geht.

Hängt man auf eben die Art statt des metallischen Körpers AB einen gläsernen Stab, oder eine lange Stange Siegellack auf, und wiederholt den zuletzt beschriebenen Versuch, so wird man finden, daß das untere Ende des aufgehängten gläsernen Stabes oder der

Siegellackstange, weder die leichten Körper anzieht, noch auch Funken giebt, welches beweißt, daß die elektrische Kraft nicht durch Glas oder Siegellack geht.

Der erwähnte metallische Körper nun, so wie überhaupt alle Körper, durch welche Elektrizität gehen kann, werden Leiter oder Konduktoren der Elektrizität genannnt, die Glasstange, das Siegellack und alle solche Körper dagegen, durch welche die elektrische Kraft nicht gehen kann, nennt man Nichtleiter, und ein Körper, der auf einem Nichtleiter steht, oder an ihm hängt, heißt ein isolirter Körper.

Alle uns bekannte Körper sind entweder Leiter oder Nichtleiter für Elektrizität, und da man gefunden hat, daß die Nichtleiter durch Reiben erregt werden können, die Leiter aber nicht, so versteht man unter elektrischen Körpern und unter Nichtleitern, die nämlichen Substanzen *) und daher hat man auch die Leiter nichtelektrische Körper genannt.

Dies ist ein kurzer Abriß des allgemeinen Begriffs der Grundsätze der Elektrizität, allein jene Unterscheidungen sind bei weitem noch nicht festgegründet und genau bestimmt. So kennen wir, zum Beispiele, genau zu reden, noch keinen einzigen Körper, den man einen vollkommen elektrischen Körper, oder einen vollkommenen Leiter nennen könnte, indem die elektrische Kraft, auch wenn sie durch die besten Leiter geht, immer noch einigen Widerstand findet, und auch zum Theil, wenn nicht von allen, doch von den meisten elektrischen Körpern durchgelassen wird. Je unvollkommnerer als Leiter eine

*) Die elektrischen Körper hat man auch an sich elektrische Körper, (idio-elektrisch) genannt. Man muß jedoch bemerken, daß gewisse Substanzen, als: Oele, gewisse Pulver u. dergl. m., welche Nichtleiter sind, analogisch oder nach der Aehnlichkeit mit jenen elektrische Körper genannt worden sind, indem man sie nicht reiben kann.

Substanz ist, desto näher kömmt sie der Natur eines elektrischen Körpers und diejenigen, die am wenigsten elektrisch sind, kommen der Natur der Leiter am nächsten. Es giebt auch in der That gewisse Substanzen, die durch Reiben wirklich erregt werden können und doch zugleich auch ziemlich gute Leiter sind.

Folgendes ist ein Verzeichniß der elektrischen Körper und Leiter; sie sind, so sehr es geschehen konnte, nach dem Grade ihrer größeren oder geringeren Vollkommenheit geordnet, so daß immer der vollkommnere vor dem weniger vollkommenen steht.

Elektrische Körper.

Glas und alle Verglasungen, selbst die metallischen.
Alle Edelsteine, und zwar sind es die durchsichtigsten von ihnen am stärksten.
Bernstein.
Schwefel.
Alle harzigen Substanzen.
Wachs.
Seide.
Baumwolle.
Verschiedene trockne und äußerliche thierische Substanzen, als Federn, Wolle, Haare u. s. w.
Papier.
Zucker und Candiszucker.
Luft und andere permanent elastische Flüssigkeiten.
Oele.
Trockne vegetabilische Substanzen.
Die meisten harten Steine, von denen es die härtesten am stärksten sind.

Fast alle diese genannten Substanzen werden, wenn sie bis über einen gewissen Grad erhitzt werden, Leiter;

so werden es rothglühendes Glas, geschmolzenes Harz u. s. w. *). Der Brennpunkt eines Brennglases oder eines Hohlspiegels ist kein Leiter. Zuweilen ist hartes Glas ein so schlechter elektrischer Körper, daß es fast ein guter Leiter wird. Es ist auch merkwürdig, daß sich die Natur eines und desselben Glases mit der Zeit und durch den Gebrauch so sehr verändert, daß es ein guter elektrischer Körper wird, ob es gleich anfänglich fast ein Leiter war, und umgekehrt.

Ein gläsernes Gefäß kann am besten dann erregt werden, wenn die in demselben befindliche Luft ein wenig verdünnt wird; dagegen zeigt ein völlig oder doch beinahe völlig luftleeres Glas, wenn es gerieben wird, auf seiner äußern Oberfläche keine Spuren der Elektrizität, sondern die elektrische Kraft erscheint innerhalb des Gefäßes. Ein gläsernes Gefäß, welches verdichtete Luft enthält, oder mit irgend einer leitenden Substanz angefüllt ist, kann nicht erregt werden; eine massive Glasstange oder ein solches Stück Glas aber, wird es.

Leiter oder Konduktoren.

Gold.
Silber.
Kupfer.
Platina.
Messing.
Eisen.
Zinn.
Quecksilber.
Blei.

*) Man hat auch die heiße Luft unter die Leiter gerechnet, aber Read schließt sie davon aus. Man sehe seine kurze Uebersicht der natürlichen Elektrizität.

Halbmetalle, mehr oder weniger.
Erze, mehr oder weniger.
Die Kohle sowohl thierischer als auch vegetabilischer Substanzen *).
Die Flüssigkeiten des thierischen Körpers.
Wasser, besonders Salzwasser und alle Flüssigkeiten, die luftförmigen und Oele jedoch ausgenommen.
Die Ausdünstungen oder Aushauchungen brennender Körper.
Gefrornes Wasser, nämlich Eis sowohl als Schnee. Achard fand jedoch, daß das Eis, wenn es bis zu — 13° nach Fahrenheits Thermometer abgekühlt wurde, seine leitende Eigenschaft verlor und ein elektrischer Körper wurde.
Die meisten salzigten Substanzen; am besten die metallischen Salze.
Verschiedene erdigte und steinigte Substanzen.
Rauch.
Der Dampf von heißem Wasser.
Elektrizität dringt auch durch einen von der besten Luftpumpe hervorgebrachten leeren Raum, aber nicht durch einen vollkommen luftleeren Raum, oder durch die torricellische Leere, die durch das Kochen des Quecksilbers in einer Barometerröhre bewirkt wird **).

*) Die leitende Kraft der Kohle ist sehr zweideutig; denn manche Kohlen leiten überhaupt schlecht, indeß andere wieder sehr gute Leiter sind.

**) In verdünnter Luft wird die Anziehung der Elektrizität geschwächt und das elektrische Licht mehr zerstreut, und wird weniger dicht, je nachdem die Verdünnung stärker oder geringer ist. Doch bleibt die Anziehung und das Licht noch immer, obgleich in einem sehr geringen Grade, auch in der besten Leere, die man durch die wirksamste Luftpumpe, das heißt eine solche, welche die Luft bis auf den tausendsten

Es ist wol kaum nöthig zu bemerken, daß zusammengesetzte Körper mehr von der leitenden oder der elektrischen Kraft besitzen, je nachdem von beiden ein grösserer oder geringerer Theil in die Zusammensetzung kömmt. So sind grüne oder frische Pflanzen, frisches Holz u. s. w. Leiter des Wassers wegen, das sie enthalten. Daraus folgt, daß alle elektrische Körper, ehe man sie als solche anwendet, vollkommen rein und trocken seyn müssen.

Gedörrtes Holz ist ein sehr gut elektrischer Körper, allein es verliert diese Eigenschaft bald, wenn es Feuchtigkeit aus der Luft anzieht. Wenn man es daher in einem nichtleitenden Zustande erhalten will, muß es, sobald es aus dem Ofen kömmt, mit Firniß überzogen und dann an einem warmen Orte, oder in dem Ofen selbst ganz trocken gemacht werden.

Theil ihrer Masse zu verdünnen im Stande ist, bewirken kann, sichtbar. Alles dies scheint der Natur gemäß; denn da die Luft ein elektrischer Körper ist, so kann die elektrische Kraft desto wirksamer durch einen gegebenen Raum dringen, je sorgfältiger die Luft daraus entfernt worden, und daher sollte man glauben, daß die elektrische Kraft auch ungehindert durch die vollkommene torricellische Leere müsse dringen können. Allein Walsch und Morgan scheinen es vollkommen bewiesen zu haben, daß eine solche Leere kein Leiter für Elektrizität ist. Man sehe Morgan's Abhandlung in dem fünf und siebenzigsten Bande der philosophischen Transaktionen.

Zweites Kapitel.

Von den entgegengesetzten Elektrizitäten, oder von der positiven und negativen Elektrizität.

Wenn die Person, welche, wie im vorigen Kapitel ist gesagt worden, die Glasröhre reibt, isolirt, das heißt vermittelst seidener Schnüre schwebend erhalten, oder auf einen Harzkuchen ꝛc. gestellt wird, und nun die Röhre reibt, so wird sie sowohl als die Röhre, sehr bald elektrisch gemacht, denn wenn man irgend einem Theile des Körpers einer solchen Person leichte Körper nahe bringt, so werden sie von ihm eben so angezogen und wieder abgestoßen als von der Röhre. Auch kann man aus allen Theilen des Körpers der isolirten Person durch einen anderen Leiter Funken ziehen; aber die Elektrizität der isolirten Person ist eine andere als die der Röhre, und der Unterschied zwischen beiden besteht vornehmlich in folgenden drei charakteristischen Eigenschaften.

I.

Wenn ein isolirter leichter Körper, zum Beispiele: ein kleines an einem seidenen Faden hängendes Stück Kork, von der Röhre angezogen und dann wieder abgestoßen worden, so wirt es nicht wieder von der geriebenen oder erregten Röhre angezogen, sondern von ihr abgestoßen, wenn nämlich der Kork, wenn er abgestoßen worden, nicht von einem anderen leitenden Körper berührt wird. Das nämliche erfolgt auch, wenn ein isolirter leichter Körper, wie der

Kork u. s. w. von dem Körper der Person angezogen und abgestoßen wird, er wird nämlich immer von demselben abgestoßen werden. Wird aber der isolirte Kork, der von der Röhre wirklich abgestoßen wird, der Person nahe gebracht, so hat zwischen beiden eine starke Anziehung statt, und eben so wird der andere Kork, der von der Person abgestoßen wird, wenn er der Röhre bis auf eine gewisse Weite genähert wird, stark von der Röhre angezogen. Werden aber die beiden isolirten Korke, von denen der eine von der Röhre, der andere aber von der Person abgestoßen wird, einander bis auf eine gewisse Entfernung genähert, so ziehen sie einander an und stoßen zusammen.

Noch mehr kann man sich von der Richtigkeit dieser Beobachtung überzeugen, wenn man jedem der elektrisirten Körper, mehr als einen leichten Körper nahe bringt. Man stelle sich zum Beispiele unter A und B Fig. 2. Taf. XXIII. zwei an einem leinenen Faden ACB hängende Korkkugeln vor, und unter den Theil CD einen, an einem schicklichen Stützpunkte, in einiger Entfernung von der Wand oder irgend einem anderen Gegenstande, befestigten seidenen Faden. Bringt man nun die geriebene oder erregte Glasröhre den in dieser Lage befindlichen Kugeln AB nahe, so wird sie dieselben anziehen, aber sie auch bald hernach wieder abstoßen, und entfernt man dann die Röhre, so stoßen die Korkkugeln einander ab und bleiben eine ziemliche Zeit lang in der Fig. 3. abgebildeten Lage.

Werden zwei ähnliche Korkkugeln, mit der isolirten Person, die die Röhre gerieben hat, in Berührung gebracht, so stoßen diese nachher auch einander ab, wie bei Fig. 3. Werden aber eben diese Korkkugeln einander genähert, so ziehen sie einander an, und durch diese ihre gegenseitige Anziehung, wird die elektrische Kraft, das heißt die anziehende und die abstoßende Kraft, völ-

lig vernichtet, welches beweist, daß die eine dieser Elektrizitäten völlig das Gegentheil der andern ist, indem die eine das zu haben scheint, was der andern fehlet.

Um zu erfahren, ob ein Körper elektrisirt ist oder nicht, bedient man sich gewöhnlich zwei solcher Korkkugeln wie Fig. 2. abgebildet sind.

Man bringt nämlich den Körper, den man für elektrisirt hält, in Berührung mit den Kugeln und entfernt ihn darauf wieder von ihnen; war er wirklich elektrisirt, so daß er ihnen einige Elektrizität mittheilen konnte, so werden sie sogleich auseinander fahren, welches sie im entgegengesetzten Falle nicht thun. Zwei solche Bälle nennt man daher ein **Elektrometer** oder **Elektroscop**, (Elektrizitätsmesser).

II.

Der zweite Unterschied zwischen den beiden Arten der Elektrizität, betrifft die Art, wie sich ihr Licht zeigt. Wird nämlich ein spitziger isolirter leitender Körper, zum Beispiele eine Nähnadel, eine Stecknadel oder dergleichen, der geriebenen oder erregten Röhre im Dunkeln genähert, so zeigt sich an der Spitze desselben, ein leuchtendes kugelförmiges Sternchen und wird dagegen eben dieser spitzige Körper einer isolirten Person, besonders dann, wenn sie die Röhre reibt, genähert, so erscheint an der Spitze desselben ein leuchtender Strahlenpinsel.

III.

Endlich ergiebt es sich aus einigen Versuchen, die in der Folge sollen angezeigt werden, daß wenn ein Körper A die Elektrizität der Röhre, ein anderer Körper B aber, die Elektrizität der Person besitzt, die elektrische Kraft, bei ihrem Uebergange von einem dieser

Körper zu dem anderen, (der die Elektrizität vernichtet), einen offenbaren Strom von A nach B, aber nicht von B nach A bewirkt.

Reibt die isolirte Person statt einer Glasröhre ein Stück Schwefel, so wird sowohl sie selbst, als auch der Schwefel mit den beiden verschiedenen Arten der Elektrizität elektrisirt, nur mit dem Unterschiede, daß in diesem Falle der Schwefel die Art der Elektrizität bekömmt, die bei dem vorigen Versuche die isolirte Person bekam, und diese bekömmt die Elektrizität die vorher die Glasröhre hatte, denn bei dem letzteren Versuche wird die Nadel, welche dem Schwefel nahe gebracht wird, einen Lichtpinsel, und diejenige, die der Person, welche den Schwefel gerieben hat, genähert wird, einen leuchtenden Stern zeigen.

Da man diese beiden einander entgegenwirkenden Arten der Elektrizität zuerst an dem Schwefel und dem Glase, wenn diese Körper gerieben wurden, bemerkte, so nannte man die eine Art, die an dem spitzigen Körper einen Stern erscheinen läßt, die Glaselektrizität, weil man glaubte, daß sie in allen Fällen durch geriebenes Glas hervorgebracht werde, und die andere welche an dem spitzigen Körper einen leuchtenden Strahlenbüschel macht, nannte man Harzelektrizität *).

Beide Arten der Elektrizität sind immer beisammen; denn wenn zwei Körper, sie mögen nun beide isolirt seyn, oder es mag dies nur der von ihnen seyn, der ein Leiter ist, an einander gerieben werden, und der eine von ihnen bekömmt die eine Art der Elektrizität, so bekömmt gewiß der andere die andere Art derselben.

Es muß ferner auch bemerkt werden, daß man es bewirken kann, daß fast alle elektrische Körper, die eine

*) Weil sie sich gewöhnlich in harzigen Körpern findet, wenn sie mit der Hand gerieben werden.

oder die andere Art der Elektrizität, je nachdem man es für gut findet, annehmen müssen; man kann dies nämlich durch besondere Reiber. So bekömmt zum Beispiele eine Glasröhre dadurch, daß man sie über den Rücken einer Katze hinzieht, die Harzelektrizität, da sie, wenn sie mit irgend einer anderen Substanz gerieben wird, die Glaselektrizität bekömmt. Eben so bekömmt eine Stange Siegellack die Glaselektrizität, wenn sie mit einer metallischen Substanz gerieben wird, da ihr im Gegentheile das Reiben mit Leder oder Papier oder mit der Hand u. s. w. die Harzelektrizität mittheilt.

Schon eine geringe Veränderung entweder der Temperatur, oder der Oberfläche oder des Drucks kann machen, daß ein Körper für die eine Art der Elektrizität empfänglicher wird als für die andere, wobei der Reiber immer die entgegengesetzte Elektrizität bekömmt.

Als man den Unterschied zwischen beiden Elektrizitäten zum erstenmal beobachtete *), glaubte man, daß die beiden Potenzen, eine Wirkung oder Aeußerung zweier besonderen elastischen Flüssigkeiten wären, die, wenn sie in dem gehörigen Verhältnisse mit einander vermischt würden, einander entgegenwirkten oder eine Art von einer Neutral-Zusammensetzung bilden. Eine viel einfachere Hypothese darüber aber, die unter dem Namen der Franklinischen Theorie bekannt ist, und die besonders durch den oben angegebenen dritten Unterschied zwischen den beiden Elektrizitäten, nämlich, daß der Strom von der Glaselektrizität zu der Harzelektrizität geht, unterstützt wird, ist folgende:

Man

*) Es war Du Fay, der die entgegengesetzten Elektrizitäten zuerst bemerkte. Man sehe die Memoiren von Paris 1733. Er hielt sie aber nicht für entgegengesetzt, sondern nur für verschieden.

T.

Man nimmt dabei an, daß alle sogenannte elektrische Erscheinungen von einer unsichtbaren und feinen, in allen auf der Erde befindlichen Körpern vorhandenen Flüssigkeit, hervorgebracht werden, und daß diese Flüssigkeit höchst elastisch sey, das heißt: für ihre eigenen Theilchen eine abstoßende, für die Theilchen anderer Stoffe aber eine anziehende Kraft habe *).

Wenn ein Körper keine elektrischen Erscheinungen zeigt, so sagt man von ihm, daß er seine natürliche Quantität von der elektrischen Flüssigkeit enthalte, (ob aber diese Quantität mit der Quantität der Materie im Verhältnisse stehe, ist gänzlich unbekannt,) und sich also in seinem natürlichen oder nicht elektrisirtem Zustande befinde; zeigt aber ein Körper elektrische Erscheinungen, so nennt man ihn elektrisirt und nimmt an, daß er entweder einen Zusatz von elektrischer Flüssigkeit bekommen, oder etwas von der ihm natürlichen verloren habe. Und nach der oben erwähnten Meinung von einem elektrischen Strome (S. 347.) u. s. w. wird angenommen, daß die Glaselektrizität von einem Ueber-

*) Franklins Theorie gründet sich auf folgende Sätze:

1) Durch die ganze Körperwelt ist eine einzige feine Materie verbreitet, welche den Grund aller elektrischen Erscheinungen enthält.

2) Die Theile dieser Materie stoßen sich ab; die Theile der Körper aber ziehen sie an.

3) Jeder Theil eines Körpers kann eine gewisse Menge dieser Materie aufnehmen, die sich jedoch nicht auf seiner Oberfläche aufhäufen darf. Wenn er gerade jene Quantität hat, so ist er nicht elektrisirt.

4) Hat er mehr als diese Quantität, so ist er positiv, und wenn er weniger hat, negativ elektrisirt.

5) Alle elektrische Erscheinungen entstehen durch Uebergang oder eine verhältnißmäßige Vertheilung der elektrischen Materie.

schuß dieser Flüssigkeit und die Harzelektrizität von einer Entziehung oder einer Verminderung der natürlichen Quantität derselben entstehe. Daher hat man auch die Glaselektrizität, Pluselektrizität (bezeichnet durch +), oder positive Elektrizität und die Harzelektrizität Minuselektrizität (bezeichnet durch —), oder negative Elektrizität genannt *).

Da man nach dieser Hypothese alle elektrische Erscheinungen wenigstens viel befriedigender als nach jeder anderen erklären kann, so kann man sie ohne Bedenken wenigstens so lange annehmen, bis eine noch befriedigendere und beifallswürdigere bekannt wird.

Diese Theorie zeigt zuvörderst, daß wenn eine elektrische und eine leitende Substanz an einander gerieben werden, die elektrische Flüssigkeit nicht erst dadurch erzeugt wird, sondern daß durch das Reiben der eine Körper die elektrische Flüssigkeit von dem anderen gleichsam auspumpt. Wenn daher ein Körper mit derselben überladen, oder positiv elektrisirt wird, so wird dem anderen ein Theil der seinigen entzogen, oder er wird negativ elektrisirt, wenn nicht dieser Verlust durch andere, mit ihm in Verbindung stehende Körper ersetzt wird **). Daher sieht man aber auch, wie es zugeht, daß ein elektrischer Körper, wenn er mit einem anderen elektrischen

*) Andere Hypothesen hier noch anzuführen, würde auch deswegen unnütz seyn, weil sie zu wenig für sich haben, als daß sie verdienten besonders erwähnt zu werden.

**) Der Mechanismus, vermittelst dessen ein Körper die elektrische Flüssigkeit während des Reibens von dem andern an sich zieht, ist noch keinesweges bekannt. Eine wahrscheinliche Erklärung davon ist diejenige, da man annimmt, daß die Kapacität des elektrischen Körpers für die elektrische Flüssigkeit unter gewissen Umständen und Lagen vermehrt werde. Die Natur dieser Kapacitäten wird in der Folge erklärt werden.

Körper oder mit einem isolirten Reiber gerieben wird, nur wenig Elektrizität bekommen kann; in diesem Falle kann nämlich dem Reiber keine elektrische Flüssigkeit von anderen Körpern zugebracht werden.

Die elektrische Anziehung ist leicht zu erklären; sie hat nämlich nur zwischen Körpern, die verschieden elektrisirt sind, statt, indem zu folge der Theorie, die überflüssige elektrische Materie der Körper, welche positiv elektrisirt sind, die elektrische Materie der nicht so stark damit beladenen negativ elektrisirten Körper anzieht.

Ich könnte nun sogleich auf die Anwendung dieser Theorie auf die anderen elektrischen Erscheinungen übergehen; allein ich halte es für zweckmäßiger, sie mit der Beschreibung der Versuche zu verbinden, von denen noch in diesem Abschnitte wird geredet werden.

Drittes Kapitel.

Von der mitgetheilten Elektrizität, besonders von der den Leitern mitgetheilten.

Wenn einem Körper Elektrizität mitgetheilt wird, so kann sie, sie mag nun positiv oder negativ seyn, nur dann in ihm eingeschlossen bleiben, wenn er von elektrischen Körpern umgeben ist, und sie bleibt auch länger oder kürzer in ihm, je nachdem die elektrischen Körper, die ihn umgeben, es mehr oder weniger vollkommen sind. So bleibt zum Beispiele, die einer Glasröhre durch Reiben mitgetheilte Elektrizität darum bei ihr, weil sie von Luft umgeben ist, und je nachdem die Luft feuchter

oder trockner und also stärker oder schwächer elektrisch ist, je nachdem behält auch die Glasröhre die elektrische Kraft eine längere oder kürzere Zeit.

Wenn man einem erregten elektrischen Körper einen Finger oder einen anderen Leiter nähert, so giebt er einen Funken, der aber nur einen gewissen Theil der Elektrizität des erregten elektrischen Körpers diesem entziehet, weil der elektrische Körper, dem von dem Leiter berührten Theile nicht alle auf seiner Oberfläche verbreitete Elektrizität zuführen kann. Wenn daher ein Leiter nach und nach verschiedenen Theilen des erregten elektrischen Körpers dargestellt wird, so wird er, so oft er ihm genähert wird, einen Funken bekommen, bis die ganze elektrische Kraft dieses elektrischen Körpers völlig erschöpft ist, da denn zu ihrer Wiederbelebung eine neue Erregung nothwendig ist.

Wenn ein Leiter, der mit der Erde in Verbindung steht, also nicht isolirt ist, in einer gehöriger Entfernung einem erregten elektrischen Körper dargestellt wird, so bekömmt er an der nach jenem gerichteten Seite eine Elektrizität, die derjenigen, die der elektrische Körper besitzt, entgegen ist. Diese Elektrizität wird stärker, so wie die Körper einander näher kommen, und endlich bekömmt, weil zwischen positiver und negativer Elektrizität eine raschere Anziehung statt findet, der Leiter von dem elektrischen Körper einen Funken, wodurch denn das Gleichgewicht wieder hergestellt wird.

Steht der Leiter nicht mit der Erde in Verbindung, sondern ist isolirt, und wird er so dem erregten elektrischen Körper dargestellt, so wird nicht nur die Seite, die gegen diesen gerichtet ist, sondern auch die entgegengesetzte, jedoch mit dem Unterschiede, daß die dem Einflusse der Elektrizität ausgesetzte Seite eine Elektrizität bekömmt, die der des erregten elektrischen Körpers entgegengesetzt ist, elektrisirt, da die andere Seite die nämliche Elek-

trizität erhält, die der elektrische Körper selbst hat. Diese beiden verschiedenen Elektrizitäten des Leiters werden immer stärker, je näher der Leiter dem elektrischen Körper kömmt, endlich erhält der Leiter von diesem einen Funken und dadurch völlig die nämliche Elektrizität, die der elektrische Körper hat.

Alle diese Wirkungen erfolgen auf eben die Art, wenn zwischen den Leiter und den erregten elektrischen Körper eine dünne Platte von Glas oder Harz oder einer anderen elektrischen Substanz gebracht wird; allein in diesem Falle kann der Funke nicht von dem elektrischen Körper zu dem Leiter kommen, ob er sich gleich einen Weg durch den eingeschobenen elektrischen Körper macht, indem er diesen auseinander treibt, wie er sich diesen Weg immer macht, wenn er durch die Luft geht. Denn dieses Verdrängen der Luft aus ihrer Stelle und das darauf folgende Zusammenschlagen derselben ist es eben, was das Geräusch macht, das den Funken begleitet.

Ein isolirter Leiter, dem die Elektrizität von einem erregten elektrischen Körper ist mitgetheilt worden und der in diesem Falle durch Mittheilung elektrisirt genannt wird, wirkt in jeder Rücksicht wie der erregte elektrische Körper selbst, jedoch mit der Ausnahme, daß er, wenn er von einem andern nicht isolirten Leiter berührt wird, diesem einen Funken zuschickt und damit alle seine Elektrizität auf einmal entladet, weil die über alle Theile seiner Oberfläche verbreitete Elektrizität durch seine Substanz hindurch und leicht nach der Seite hin geleitet wird, welcher der andere Leiter dargestellt wurde *). Daher kömmt es, daß die Elektrizität, welche

*) Es muß jedoch hierbei bemerkt werden, daß, wenn der elektrisirte Leiter groß und sehr ausgedehnt ist, ein sehr kleiner Rest von Elektrizität gewöhnlich auf demselben zurückbleibt, der noch einen zweiten aber viel kleineren Funken giebt.

aus einem elektrisirten und isolirten Leiter entladen wird, gewöhnlich stärker ist als diejenige, die ein erregter elektrischer Körper von sich giebt.

Wenn von zweien isolirten Leitern nur der eine elektrisirt ist, und dieser von dem nicht elektrisirten berührt wird, so wird die Elektrizität unter beide vertheilt, aber weder gleich, noch auch im Verhältnisse zu den Quantitäten ihrer Materie vertheilt. Sind aber die Leiter einander völlig gleich, und befinden sie sich auch in Bezug auf die sie umgebenden Körper in einerlei Lage, so wird die Elektrizität gleich unter sie vertheilt. Sind ihre Oberflächen gleich aber unähnlich, ist zum Beispiele die des einen, ein Quadratfuß Zinnfolie in regulärer Gestalt, und die des anderen ein Quadratfuß davon in Form eines langen Streifen, so wird der letztere, also derjenige Körper, dessen Oberfläche einen größern Umfang hat, mehr Elektrizität erhalten als der andere, nämlich als das Quadrat *). Sind die beiden Leiter gleich und ähnlich, und der eine von ihnen ist mit einem unvollkommenen Leiter, der andere aber blos mit der Luft in Berührung, so wird jener eine größere Quantität von Elektrizität bekommen als der letztere.

Der elektrische Funke, welcher eine abgesonderte Quantität von Elektrizität ist, geht, um einen Leiter zu erreichen, durch einen größeren oder kürzeren Luftraum, je nachdem er selbst größer oder kleiner ist, je nachdem die Theile, von welchen er ausgeht, und auf die er schlägt, schärfer (spitziger) oder stumpfer sind,

*) Die Mittheilung der Elektrizität richtet sich also nicht nach der Größe der Massen, sondern sie erfolgt vielmehr nach dem Verhältnisse der Oberflächen und der Ausdehnungen in die Länge.

L.

und je nachdem der Leiter ein vollkommener oder minder vollkommener Leiter ist *).

Auch das Geräusch und das Licht, das mit dem Funken verbunden ist, ist stärker oder schwächer nach Verhältniß der Quantität der Elektrizität, und je nachdem die Theile, von welchen er ausgeht und an welche er schlägt, stumpfer oder spitziger sind, und je nachdem der Leiter ein vollkommner oder minder vollkommner ist. So theilt ein scharfzugespitzter Körper Elektrizität in eine größere Entfernung mit, und nimmt sie auch aus einer größeren Entfernung auf, als ein Körper von einer andern Gestalt, allein dieser Uebergang oder dieses Ueberströmen derselben, verursacht kein starkes Geräusch, und ist auch nur von einem kleinen Lichte begleitet, denn in diesem Falle, kömmt die Elektrizität nicht in einen besonderen Körper zusammengehäuft, sondern nur nach und nach oder vielmehr in einem zusammenhängenden Strome.

Wird ein zugespitzter Draht in eine offene Glasröhre, die ein wenig über seine Spitze hinausgeht, gesteckt, oder mit Unschlitt oder Wachs oder Schwefel u. dergl. überzogen, so wird er aus einem elektrisirten Leiter einen großen Funken ziehen.

Es ist merkwürdig, daß, wenn Spitzen Elektrizität ausströmen oder aufnehmen, immer ein merklicher Luftstrom von der Spitze ausgeht, welches geschieht, die Elektrizität mag positiv oder negativ seyn.

Eine ziemlich große Quantität von elektrischer Materie durchströmt die Substanz eines Leiters von einer beträchtlichen Länge mit einer erstaunlichen und nicht zu berechnenden Geschwindigkeit; dagegen hat man gefun-

*) Der Raum, den der Funke durchspringt, heißt: die Schlagweite.

den, daß eine kleine Quantität derselben eine etwas längere Zeit braucht, um durch einen langen und minder vollkommenen Leiter zu gehen.

Wenn der elektrische Funke einen Körpertheil eines lebenden Geschöpfes berührt, so verursacht er ihm eine unangenehme Empfindung, die mehr oder weniger unangenehm ist, je nachdem der Funke stärker oder schwächer, der getroffene Theil mehr oder weniger zart oder — wenn er einen Menschen traf — die Person mehr oder weniger reizbar oder empfindlich ist.

Es ist mehrmal behauptet und auch geläugnet worden: 1) daß die isolirten lebendigen Wesen mitgetheilte Elektrizität, ihren Puls schneller mache und das Athemholen beschleunige; 2) daß sie, isolirten Früchten, Flüssigkeiten und anderen Körpern, die sich gerade in dem Zustande der Ausdünstung befinden, mitgetheilt, diese Ausdünstung vermehre, und 3) daß sie die Vegetation befördere.

Was den ersten Punkt betrifft, so zeigen die genauesten Versuche, daß weder die positive noch die negative Elektrizität die gewöhnliche Zahl der Pulsschläge bei einem gesunden Menschen beschleuniget oder verzögert, sondern daß der oft in solchen Fällen beobachtete schnellere Puls blos eine Wirkung der Furchtsamkeit oder der Besorgniß ist *).

Wenn thierische Körper oder Früchte und andere Substanzen sich wirklich in dem Zustande der Ausdünstung befinden, wenn sie elektrisirt werden, so wird diese zwar, aber nur wenig dadurch vermehret, vorausgesetzt, daß diese Substanzen der umgebenden Luft mit einer freien Oberfläche ausgesetzt werden.

*) Man sehe van Marums Nachricht von der Teylerischen Elektrisirmaschine in Harlem.

Was die Vegetation betrifft, so haben die unpartheiischten, mannichfaltigsten und beweisendsten Versuche gezeigt, daß das Elektrisiren das vegetabilische Leben weder befördert noch zurückhält *).

Wenn das Gesicht oder ein anderer Theil des Körpers einem erregten elektrischen Körper oder einem stark elektrisirten Leiter dargestellt wird, so wird dadurch die Empfindung erweckt, als ob es ein Wind anwehte, oder vielmehr, als ob eine Spinnewebe über dasselbe weggezogen würde.

Nähert man die Nase einem erregten elektrischen Körper, so wird man einen Geruch empfinden, der dem Phosphorgeruch ähnlich ist. Bei der mitgetheilten Elektrizität aber hat dieser Geruch nicht anders statt, als wenn eine große Quantität derselben plötzlich von einem Körper zu einem anderen übergeht.

Wird der von einer elektrischen Spitze ausgehende elektrische Strom auf die Zunge geleitet, so verursacht er einen eigenen, besonderen Geschmack, und Personen die einem solchen Strom oder überhaupt starken elektrischen Ausflüssen eine Zeitlang ausgesetzt werden, behalten auch nachher jenen Geschmack noch ziemlich lang.

Wenn einem isolirten Gefäße, das mit Wasser angefüllt ist, welches durch eine Röhre oder ein Loch herausläuft, Elektrizität mitgetheilt wird, und der herauslaufende Strom weniger als ein Zehntheil eines Zolles im Durchmesser hat, so wird er beschleuniget und dies um desto mehr, je kleiner sein Durchmesser ist. Die Elektrizität treibt sogar das Wasser in einem zusammenhängenden Strome, aus einem sehr engen Haarröhrchen, aus welchem dasselbe ohne Mitwirkung der Elektrizität nicht einmal zu tröpfeln im Stande seyn würde. Ist der

*) S. Ingenhouß zwei Briefe in dem Journal de physis, Februar 1786 und das Maystück von 1788.

Durchmesser einer Röhre aber größer als den zehnten Theil eines Zolles, so wird zwar durch die Elektrizität der Strom getheilt und weiter geführt oder verlängert, aber weder merklich beschleunigt noch verzögert.

Es ist zu Anfang dieses Kapitels gesagt worden, daß, wenn ein Leiter einem elektrisirten Körper dargestellt werde, derselbe an der gegen diesen Körper gerichteten Seite, eine Elektrizität bekomme, die der des elektrischen Körpers entgegengesetzt ist. Dieser Beobachtung muß ich nun noch ein sehr merkwürdiges Gesetz beifügen, nämlich: man kann auf der Oberfläche eines elektrisirten Körpers nur dann Elektrizität beobachten, wenn diese Oberfläche sich in der Nähe eines elektrischen Körpers befindet, der auf irgend eine oder die andere Art die entgegengesetzte Elektrizität in einer kleinen Entfernung bekommen kann, oder mit anderen Worten: es kann auf der Oberfläche eines elektrisirten Körpers nicht anders Elektrizität erscheinen, als wenn dieselbe sich einem anderen Körper gegenüber befindet, der wirklich die entgegengesetzte Elektrizität angenommen hat, und zwischen diesen mit entgegengesetzter Elektrizität versehenen Körpern muß sich ein elektrischer Körper befinden. Wenn zum Beispiele, ein isolirter Körper, der in einer Entfernung von anderen Leitern steht, elektrisirt wird, so vertritt die ihn umgebende Luft zugleich die Stelle eines elektrischen Körpers und eines Leiters, denn er bekömmt die entgegengesetzte Elektrizität in einer geringen Entfernung von dem elektrisirten Körper, indem die dazwischen liegende Luftschicht diese beiden Elektrizitäten trennet.

In Ansehung des Uebergangs der Elektrizität von einem Körper zu einem anderen, kann man überhaupt bemerken, daß alle elektrischen Erscheinungen, die zwischen zwei Körpern von einerlei Elektrizität bestehende Abstoßung ausgenommen, durch den Uebergang der Elek-

trizität von einem Körper zu einem anderen, hervorgebracht werden.

Was die Anziehung und Abstoßung betrifft, so muß man sich an folgendes allgemeines Gesetz erinnern, nämlich: daß Körper, welche einerlei Art von Elektrizität haben, einander abstoßen oder abzustoßen streben; daß dagegen Körper, die verschiedene Elektrizitäten haben, einander anziehen oder anzuziehen streben, und daß nur zwischen Körpern, die verschiedene Elektrizitäten haben, eine elektrische Anziehung statt hat *).

Diese letztere Behauptung könnte bei der ersten Ansicht der Wirkung zu widersprechen scheinen, die erfolgt, wenn kleine Körper einer erregten Röhre oder einem anderen elektrisirten Körper dargestellt werden, indem sie nämlich von derselben angezogen werden; allein die Schwierigkeit wird verschwinden, wenn man sich an das erinnert, was weiter oben ist gesagt worden, nämlich: daß die kleinen Körper von Natur die entgegengesetzte Elektrizität schon dann bekommen, wenn sie auch nur in den Wirkungskreis eines elektrischen Körpers gebracht werden, so daß, wenn sie angezogen werden, sie wirklich die entgegengesetzte Elektrizität haben.

*) Eine ausführlichere Erklärung dieses Gesetzes, wird in der Folge gegeben werden.

Viertes Kapitel.

Von der durch elektrische Körper mitgetheilten Elektrizität und von der Leidner Flasche.

Die elektrische Kraft kann auch elektrischen Körpern mitgetheilt werden, aber diese Mittheilung derselben an Körper dieser Art, ist mit mehreren Umständen verbunden, die von denen, welche bei der Mittheilung der Elektrizität an Leiter statt haben, verschieden sind. Denn wenn die eine Seite eines Leiters einige Elektrizität bekömmt, so durchdringt diese augenblicklich die ganze Oberfläche desselben, da im Gegentheile, wenn ein elektrischer Körper einem elektrisirten nahe gebracht wird, ein von dem letzteren ausfahrender Funke, den ersteren nur an einem kleinen Fleck elektrisch macht, denn weil er ein Nichtleiter ist, kann sich die Elektrizität nicht durch ihn verbreiten. Mit einem Worte: Wenn ein elektrischer Körper einem elektrisirten genähert wird, so bekömmt der erstere an verschiedenen Seiten verschiedene Elektrizitäten, (wie dies bei den Leitern auch der Fall ist, wie im vorhergehenden Kapitel gesagt worden.) Diese Elektrizitäten werden in eben dem Verhältnisse stärker, in welchem die Entfernung zwischen den beiden Körpern abnimmt, oder in welchem sie einander näher gebracht werden. Wird aber endlich einem Theile des elektrischen Körpers eine kleine Quantität Elektrizität mitgetheilt, so bekömmt dadurch der elektrische Körper nicht durchaus einerlei Elektrizität, sondern er wird in einigen Fällen immer noch an verschiedenen Seiten auch verschiedene Elektrizitäten zeigen, und unter gewissen Umständen kann man bei einem und demselben elektri-

schen Körper eine wiederholte Abwechselung zwischen positiver und negativer Elektrizität beobachten.

Wenn man der einen Seite eines hinlänglich dünnen elektrischen Körpers, zum Beispiele einer Scheibe von gewöhnlichem Fensterglas, einer Scheibe von Siegellack oder Blätterspath u. s. w. die eine Art der Elektrizität, und der entgegengesetzten Seite die entgegengesetzte Elektrizität mittheilt, so nennt man eine solche Platte in diesem Zustande: geladen, und die beiden Elektrizitäten können sich nicht anders vereinigen und einander vernichten, als daß vermittelst leitender Substanzen, eine Kommunikation zwischen den beiden Seiten bewirkt oder die elektrische Platte durch die Kraft der elektrischen Anziehung zerbrochen wird.

Wenn die beiden Elektrizitäten eines geladenen elektrischen Körpers durch irgend etwas vereiniget und folglich ihre Kräfte vernichtet werden, so sagt man, der elektrische Körper sey entladen worden, und den Akt der Vereinigung dieser entgegengesetzten Kräfte nennt man gewöhnlich den elektrischen Schlag, weil, wenn ein lebendiger thierischer Körper die leitende Verbindung zwischen den beiden Seiten einer geladenen Platte macht, die entladene elektrische Materie, die durch ihn hindurch gehen muß, dadurch daß sie die Muskeln, durch welche sie geht, zusammenzieht, ihm eine plötzliche Bewegung oder Erschütterung verursacht und eine besondere Empfindung bei ihm hervorbringt, die nach der Beschaffenheit der körperlichen Konstitution mehr oder weniger unangenehm ist.

Um die Mittheilung der Elektrizität an eine elektrische Platte zu erleichtern, belegt man die Seiten derselben mit irgend einer leitenden Substanz, zum Beispiele: mit Zinnfolie, Blattgold, gerolltem Blei (sheet-lead) u. s. w. wodurch das Laden und die Entladung sehr leicht erfolgt, denn sobald die Elektrizität einem Theile

der Belegung mitgetheilt wird, breitet sie sich auch über alle die Theile des elektrischen Körpers aus, die mit der Belegung in Berührung sind, und soll nun derselbe entladen werden, so ist dazu weiter nichts nöthig, als daß man eine Verbindung zwischen den Belegungen der beiden Seiten bewirket.

Diese Belegungen der beiden Seiten der Platte dürfen gegen den Rand derselben einander nicht sehr nahe kommen, weil sie sonst einander die Elektrizität zu leicht mittheilen, denn wenn sie sich auch schon nicht unmittelbar berühren, so macht sich doch, wenn sie elektrisirt werden, die Elektrizität leicht einen Uebergang durch die Luft, geht dann über die Oberfläche der elektrischen Platte von einer Belegung zu der andern über, und verursacht so, daß die Platte nicht besonders stark kann geladen werden *).

Die merkwürdigen Eigenschaften geladener elektrischer Körper und die erstaunlichen Wirkungen, die durch das Entladen derselben hervorgebracht werden, verdienen es wohl, daß ich in dieser Rücksicht noch mehr in das Einzelne gehe. Ich bemerke daher noch folgende Punkte.

Wenn eine Glasplatte, oder irgend eine andere elektrische Substanz, sie mag nun glatt oder rauh seyn, mit einer leitenden Substanz so belegt wird, daß die Belegung nicht bis ganz an den Rand der Platte reicht und nun der Belegung der einen Seite einige Elektrizität mitgetheilt wird, indeß die Belegung der anderen Seite mit der Erde oder einer hinlänglichen Quantität von leitenden Körpern in Verbindung ist, so wird die zuletzt erwähnte Belegung ohngefähr eine gleiche Quantität von entgegengesetzter Elektrizität bekommen; steht

*) Die Eigenschaft, die Elektrizität über ihre Oberfläche zu leiten, ist bei einigen Glasarten so groß, daß sie zum Laden und Entladen völlig untauglich sind.

aber, indem die eine Seite Elektrizität bekömmt, die entgegengesetzte Seite nicht mit der Erde, oder einer hinlänglichen Quantität von leitenden Substanzen in Verbindung, so können die Glasplatten nur in einem sehr geringen Grade geladen werden.

Die Ursache nun, aus welcher dann, wenn die eine Seite der Glasplatte die eine Art der Elektrizität bekömmt, der ihr entgegengesetzten Seite die andere Art derselben mitgetheilt wird, ist die bereits oben erwähnte, nämlich die Eigenschaft der Körper: immer die Art der Elektrizität anzunehmen, die derjenigen, die ein mehr elektrisirter Körper besitzt, entgegengesetzt ist *), und die dazwischen liegende Glasplatte hält diese Elektrizitäten von einander getrennt. Ist aber die Ladung zu stark und die Glasplatte zu dünn, dann macht die große Anziehung der beiden Elektrizitäten zu einander mit Gewalt einen Durchgang durch das Glas, entladet und zerbricht dasselbe und macht es untauglich zu einer nochmaligen Ladung.

Eben diese Wirkungen erfolgen auch auf die nämliche Art, wenn das Glas eine andere Gestalt als die einer Platte hat, wenn es nur dünn genug ist, weil es nicht die Form, sondern die Stärke des Glases ist, welche es fähig macht, stärker oder schwächer geladen werden zu können. Je dünner das Glas ist, desto stärker kann es geladen werden, allein desto leichter ist es auch dem Zerspringen dabei ausgesetzt.

Diese merkwürdige Eigenschaft entdeckte von Kleist in dem Jahre 1745 **), die erste befriedigende Nachricht

*) Dies Gesetz könnte auch so ausgedruckt werden: „Jeder elektrische Körper, sucht in den Körpern, die in seinen Wirkungskreis kommen, eine der seinigen entgegengesetzte Elektrizität zu erwecken." T.

**) S. Priestley's Geschichte der Elektrizität. 3te Ausg. B. I. S. 102.

von ihr aber kam (1746) aus Leiden, wo der Versuch mit einer Glasflasche war gemacht worden, daher auch die von innen und außen belegte Flasche, die Leidner Flasche genannt wurde, sonst aber auch die elektrische Flasche genannt wird, so wie man die Entladung eines belegten elektrischen Körpers überhaupt den Leidner Versuch genannt hat.

Eine belegte Flasche kann in verdichteter Luft eine stärkere Ladung halten als in verdünnter, vorausgesetzt, daß die Luft trocken sey.

Wenn eine belegte Glasplatte oder Flasche, nachdem sie geladen worden, isolirt, und nur eine ihrer Belegungen oder ihrer Seiten mit irgend einem Leiter berührt wird, so wird diese Seite ihre Elektrizität nicht fahren lassen, weil die Elektrizität der einen Seite nur als eine Folge der entgegengesetzten Elektrizität der anderen Seite vorhanden ist, und beide, vermöge ihrer gegenseitigen Anziehung einander auf der Oberfläche des Glases festhalten oder binden. Um also ein solches Glas zu entladen, müssen beide Belegungen vermittelst eines leitenden Körpers mit einander in Verbindung gebracht werden. Da dann die Entladung durch diesen Leiter oder Konduktor bewirkt wird. Auch kann man die Entladung dadurch hervorbringen, daß man jede Belegung mit einer großen Quantität leitender Körper in Verbindung setzt.

Berührt man, um eine Flasche zu entladen, zuerst nur eine ihrer Belegungen mit einem Leiter, zum Beispiele, mit dem einen Ende einer Messingkette, so wird man keine besondere Erscheinung bemerken, sobald aber das andere Ende der Kette der anderen Belegung nahe genug gebracht wird, sieht man einen Funken zwischen dem Ende der Kette und der Belegung erscheinen, den ein Knall begleitet, und die Flasche ist augenblicklich entladen.

Der

Der auf diese Art aus einer Leidner Flasche oder aus einem geladenen elektrischen Körper gezogene Funke ist viel leuchtender, viel lauter und zugleich auch viel kürzer, als einer, der aus einem isolirten Leiter, der eine gleiche Quantität von Elektrizität enthält, gezogen wird.

Wenn die Belegungen einer geladenen Flasche durch unvollkommene Leiter, wie dünne Holzstücken, feuchter Bindfaden u. s. w. sind, in Verbindung gebracht werden, so entladet sie sich ohne Geräusch, aber nicht so plötzlich, daher auch ihre Wirkung nicht so stark ist, als wenn sie schnell entladen wird.

Die Stärke oder Gewalt des Schlages, der von einem belegten Glase von einer gegebenen Dicke hervorgebracht wird, steht, wenn nämlich das Glas bis auf den höchsten Grad geladen ist, mit der Größe der belegten Oberfläche in Verhältniß. Daher kann man dadurch, daß man die Größe der belegten Oberfläche vermehrt, die Ladung und die Wirkungen der Entladung oder des Schlages fast so sehr als man will verstärken. Eine Anzahl belegter und so miteinander verbundener Flaschen, daß ihre Kräfte vereinigt werden und sie alle wie eine Flasche wirken, wird eine elektrische Batterie genannt.

Man hat gefunden, daß sich die Elektrizität, welche sich bei der Entladung von der einen Seite der Flasche entfernt, um die entgegengesetzte Elektrizität der anderen Seite wieder zu ersetzen, durch gute Leiter mit einer über alle Bestimmung gehenden Geschwindigkeit beweget *).

Beugungen eines Leiters, durch welchen die entladene Elektrizität geht, haben keinen Einfluß auf die Stär-

*) S. Priestley's Geschichte der Elektrizität. Period. VIII. Abschn. XX.

ke und das Geräusch des Schlages, beyde werden aber geschwächt durch die Länge des Leiters.

Es ist ausgemacht, daß die Elektrizität bey ihrem Gange selbst durch die besten Leiter, einige Hindernisse findet, denn in einigen Fällen wird sie lieber auf einem kurzen Wege durch die Luft, als auf einem langen auch durch die besten Leiter gehen. Die Hemmung ist stärker, wenn die den Verbindungskreis bildenden Leiter nicht in vollkommner Berührung sind und besonders wenn die Elektrizität von einem vollkommneren Leiter zu einem unvollkommneren übergehen muß.

Wenn einem lebenden Wesen oder einer Pflanze ein starker Schlag mitgetheilt wird, so macht er sowohl dem thierischen als auch dem vegetabilischen Leben ein Ende.*) Wird ein durch Wasser gehender leitender Kreis auch nur durch kleine Nichtleiter unterbrochen, so sieht man, wenn die Entladung bewirkt wird, ohngeachtet das Wasser ein Leiter ist, einen Funken in demselben, der es allemal in Bewegung setzt und oft das Gefäß, das es enthält, zersprengt. Wird in einem durch Wasser gehenden von der einen Seite einer Leidner Flasche bis zu der anderen reichenden leitenden Kreise eine kleine Unterbrechung bewirkt und der Schlag so durch denselben geleitet, daß in dem Wasser ein Funke erscheint, so wird dadurch eine außerordentlich kleine, mit elastischer Flüssigkeit angefüllte Blase hervorgebracht, und wiederholt man die Entladung vielmal nacheinander, so kann man dadurch eine gewisse Quantität von dieser elastischen Flüssigkeit anhäufen, die brennbar ist und aus

*) Die gemeine Balsamine (Bals. impatiens) wird, so viel ich weiß, am leichtesten durch Elektrizität getödtet. Der Schlag von einer kleinen, vier Unzen haltenden belegten Flasche, reicht schon hin, das Leben einer ausgewachsenen Balsamine zu vernichten. Unmittelbar nach dem Schlage sinken schon ihre Zweige.

einer Mischung von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, also aus den Bestandtheilen des Wassers, besteht. Wird diese elastische Flüssigkeit entzündet, so verursacht sie eine Explosion und wird wieder in Wasser verwandelt *).

Wird der Verbindungskreis durch einen oder mehrere elektrische Körper oder unvollkommene Leiter von einer mäßigen Stärke oder Dicke unterbrochen, so zerbricht sie der Schlag und zerstreut sie in gewissen Fällen so nach jeder Richtung umher, als ob die Kraft aus dem Mittelpunkte eines jeden der unterbrechenden Körper käme. In manchen Fällen ist die Wirkung des Schlages auf einen unterbrechenden Körper offenbar auf der Seite desselben am größten, die mit der positiven Seite der Flasche oder der Batterie verbunden ist.

Wenn man einen Schlag durch einen dünnen Draht oder ein kleines Stück Metall gehen läßt, so macht er dasselbe augenblicklich rothglühend, schmelzt es und verkalkt es, wenn die Schmelzung vollständig ist, in kleine Kügelchen von verschiedener Größe oder auch wohl in eine Schlacke. Wird das Metall zwischen Glasscheiben gelegt, so treibt es der Schlag, indem er es schmelzet, selbst in die Substanz des Glases hinein. Die Gläser selbst werden gewöhnlich zersplittert.

Werden Glasplatten, zwischen welche man Metall gelegt hat, durch schwere Gewichte gegeneinander gepreßt, so ist schon ein äußerst schwacher Schlag oft im Stande, nicht nur die Gewichte abzuwerfen, sondern auch Gläser zu zerbrechen, die so stark sind, daß außer

*) Man sehe einen Brief über diesen Gegenstand von Paets, van Troostwyk und Deiman an de la Metherie, oder auch die vierte Ausgabe meiner Abhandlung über die Elektrizität. B. III. S. 168. und auch noch Doktor Pearson's Abhandlung in den philosophischen Transaktionen für 1797. S. 142.

diesem Falle die Kraft einer großen Batterie nöthig seyn würde, sie zu zerschmettern. Auch kann ein dickes Stück Glas blos durch einen über einen kleinen Theil seiner Oberfläche gehenden Schlag in unzählige Splitter zertrümmert werden, wenn dieser Theil mit Gewichten beschwert wird, ohne daß es nöthig wäre, Metall dazwischen zu bringen. Werden die auf diese Art behandelten Glasstücken durch die Explosion nicht zerbrochen, so zeigen sich auf ihnen oft die lebhaftesten prismatischen Farben, die zuweilen vermischt, zuweilen aber auch in ihrer prismatischen Ordnung sich darstellen. Diese Farben rühren offenbar daher, daß sich dünne Blättchen oder Splitter zum Theil von dem Glase aufheben oder absondern, und sie erstrecken sich gewöhnlich über einen Raum von ungefähr einem Zoll in der Länge und einem halben in der Breite.

Die zur Schmelzung des Drahtes von einerlei Metall erforderliche Kraft muß im Verhältniß zu der Länge und Stärke des Drahtes größer oder kleiner seyn, doch steht sie nicht in einem genauen Verhältnisse mit der Metallquantität. Denn wenn ein Draht von einer gewissen Länge und einem gewissen Durchmesser von einer großen Batterie geschmolzen wird, so sind vielleicht nicht weniger als zehn solche Batterien erforderlich, um einen Draht von der nämlichen Länge, aber von einem noch einmal so großen Durchmesser zu schmelzen.

Wenn ein mäßiger, das heißt ein solcher Schlag, der nicht stark genug ist, um den metallischen Verbindungskreis zu schmelzen, durch ein unvollkommenes Metall geleitet wird, so steigt von diesem, besonders wenn der Verbindungskreis, wie zum Beispiele eine Kette, aus mehreren Stücken besteht, ein schwarzer Dunst in Gestalt eines Rauches auf, der ein Metalloxyd ist. Legt man einen solchen Verbindungskreis auf Papier, Glas, oder einen andern Nichtleiter, so wird man nach dem

Schlage finden, daß dieser mit Flecken bezeichnet worden ist, die sich nicht vertilgen lassen und daß er oft unverkennbare Zeichen an sich trägt, daß er verbrannt worden. Auf Glas und auf verschiedenen anderen Körpern, besonders aber auf gewissen bemalten Oberflächen macht ein über sie hingeleiteter Schlag eine lange und ununterbrochene Spur *).

Verschiedene Metalloxyde werden, wenn sie einen Theil des Verbindungskreises ausmachen und ein Schlag durch sie geleitet wird, dadurch oft in den metallischen Zustand reducirt.

Zuweilen hat ein genugsam starker Schlag, der durch einen Magnet geleitet wurde, die Kraft desselben zerstört, zu anderen Zeiten aber verstärkt, oder auch die Pole desselben umgekehrt. Die folgenden Angaben werden zeigen, unter welchen Umständen wahrscheinlich diese Wirkungen erfolgen. Wenn der von einer belegten Oberfläche von acht Fuß, oder auch von einer kleineren kommende Schlag durch eine feine Nähnadel geleitet wird, so bekömmt sie dadurch oft eine magnetische Polarität, so daß sie sich dreht, wenn man sie behutsam auf Wasser legt. Wenn eine von Osten nach Westen gerichtete Nadel einen Schlag bekömmt, so dreht sich das Ende derselben, bei welchem der Schlag eindringt, das heißt: dasjenige, das mit der positiven Seite der Batterie oder Flasche in Verbindung steht, in der Folge immer nach Norden zu; liegt aber die Nadel von Norden nach Süden zu, so zeigt das nach Norden zu gekehrte Ende nach dem Schlage immer nach Norden, und die Nadel bekömmt in diesem Falle eine größere Kraft, als in dem vorigen, und wird endlich die Nadel gerade in die Höhe gerichtet und der elektrische Schlag dringt bei irgend ei-

*) Am deutlichsten bemerkt man das, wenn man den Schlag über ein mit Zinnober gefärbtes Papier gehen läßt.

nem Punkte in sie, so dreht sich der untere Theil der Nadel immer nach Norden *). Indessen kann dies doch nicht in allen Theilen der Welt so erfolgen und zwar aus einer Ursache, die in dem nächsten Abschnitte wird angegeben werden.

Schon ein schwacher Schlag ist hinlänglich, verschiedene brennbare Substanzen zu entzünden, und brennbarer Geist kann schon durch einen von einem elektrisirten Leiter kommenden Funken in Flammen gesetzt werden.

Wenn ein mäßiger Schlag zwischen zwei glatten Oberflächen metallischer Körper, die in einer kleinen Entfernung von einander liegen, durchgeleitet wird; oder wenn die von einem spitzigen Körper, zum Beispiele einer Nadelspitze, ausgehende Explosion einer Batterie wiederholt auf die glatte und ebene Oberfläche eines in einer geringen Entfernung von der Spitze befindlichen metallischen Körpers gerichtet wird, so wird man in beiden Fällen die Oberflächen mit Kreisen bezeichnet finden, die aus zum Theil geblättertem oder geschmolzenem Metall bestehen, und sich um einen Mittelpunkt ziehen und oft, besonders in dem letzteren Falle, alle prismatische Farben zeigen **).

Wenn eine Batterie dadurch entladen wird, daß man die von der Belegung derselben ausgehenden Leiter in Berührung mit der Oberfläche gewisser leitender Substanzen, wie Wasser, feuchtes Holz, die blose Haut u. s. w. sind, oder doch bis auf eine kleine Entfernung ihnen nahe bringt, so wird die Elektrizität, anstatt durch diese Substanzen zu gehen, ihren Weg über ihre Oberfläche in einem leuchtenden Striche nehmen, und dabei

*) S. Franklins Briefe S. 90. und Beccaria's Elektrisirkunst. §. 731 – 734.

**) Mehr über diese Kreise findet man in den philos. Transaktionen. B. 58.

zuweilen einen viel längeren Weg über die Oberfläche dem kürzeren durch die Substanz vorziehen. In diesem Falle erschüttert die Explosion jedesmal den Körper, über den sie gehet.

Wenn elektrische Explosionen auf Blätter und zarte Blumen gerichtet werden, so verändern sie oft die Farben derselben *).

Wenn der elektrische Funke in Wasserstoffgas oder Ammoniakgas ausgezogen wird, so ist seine Farbe purpurroth, in Kohlenstoffsauremgas aber weiß.

Wenn der elektrische Funke mehrmal nacheinander in gewöhnlicher Luft ausgezogen wird, so wird dadurch die Reinheit derselben in etwas vermindert. Was andere permanent elastische Flüssigkeiten betrifft, so wird dadurch bei einigen zuweilen das Volumen vergrößert und bei andern vermindert; auch wird dadurch ihre Beschaffenheit in einem gewissen Grade verändert **).

Wenn man die elektrische Materie sehr oft in einer Mischung von Sauerstoff und gemeiner Luft, oder von Sauerstoffluft und Stickgas entladet, so wird die salpetrigte Säure erzeugt ***).

Nach der Theorie treibt die der einen Seite des Glases mitgetheilte elektrische Flüssigkeit die der andern Seite von dieser hinweg, oder: die Elektrizität der einen Seite bringt eine entgegengesetzte Elektrizität auf

*) S. Priestley's Geschichte der Elektrizität. Per. VII.

**) Man sehe den zweiten Band von Priestley's Beobachtungen über verschiedene Luftarten und van Marums Nachricht von Versuchen mit der Teylerischen Elektrisirmaschine in Harlem.

***) Man sehe Cavendish's Versuche in dem 75sten und 78sten Bande der philosophischen Transaktionen. Er war es, der diese merkwürdige Entdeckung machte. Auch sehe man die philos. Transakt. für 1800 S. 190 und 202.

der andern Seite hervor; allein es ist unmöglich zu erklären, wie diese Kraft durch das Glas wirken kann, da dies für die elektrische Flüssigkeit undurchdringlich ist, und noch viel weniger wissen wir, wo die übergeführte Elektrizität bleibet. — Befindet sie sich vielleicht in der Oberfläche des Glases, oder in der das Glas zunächst umgebenden Luft? Sollte aber, wenn man den ersten Fall annimmt, die übergeführte elektrische Flüssigkeit bis auf eine gewisse Weite in die Substanz des Glases eindringen können, so müßte die Platte so dünn seyn, daß sie die elektrische Flüssigkeit durchlassen würde, und folglich würde sie nicht geladen werden können, und doch hat man gefunden, daß äußerst dünne Glaskugeln, die nur ohngefähr den sechshundertsten Theil eines Zolles dick waren, wenn sie belegt wurden, geladen werden konnten *).

Canton lud einige dünne Glaskugeln, die ohngefähr anderthalb Zoll im Durchmesser und etwa neun Zoll lange Hälse oder Röhren hatten, und verschloß darauf die Enden der Röhren hermetisch. Würden diese Kugeln einem Elektrometer genähert, so zeigten sie keine Spur von Elektrizität, wurden sie aber eine kurze Zeit ans Feuer gehalten und so erwärmt, so wurden sie stark elektrisch und zeigten die Art der Elektrizität, die der inneren Seite derselben war mitgetheilt worden, welches beweist, daß die Wärme das Glas für die elektrische Flüssigkeit durchdringlich macht. Dies ist aber nicht die Elektrizität, welche eigentlich die Ladung ausmacht, sondern es ist die an ihren inneren Seiten befindliche, denn eine elektrische Flasche kann an der einen Seite immer ein wenig Elektrizität mehr zurückbehalten, als ge-

*) Wenn eine Flasche geladen wird, so wird dadurch keinesweges die Luft von ihrer inneren Seite verdrängt; auch wird sie dadurch weder warm noch kalt.

rade nothwendig ist, um der Elektrizität der entgegengesetzten Seite entgegen zu wirken. Wenn eine geladene Flasche isolirt und dann dadurch entladen wird, daß man ihre Belegungen durch einen isolirten Auslader mit einander verbindet, so wird man finden, daß sowohl die Seiten des Glases, als auch der Auslader noch ein wenig von der Elektrizität enthalten, die der Elektrizität der Seite der Flasche, welche zuletzt berührt wurde, entgegengesetzt ist.

Mit flachen Glasplatten, die zusammen wie eine einzelne Platte geladen werden, kann man einige sehr merkwürdige Erscheinungen bewirken, deren Ursache noch bei weitem nicht hinlänglich dargethan ist. Wenn man zum Beispiele zwei ebene Glasplatten auf einander legt, nachdem man die äußere Oberfläche einer jeden, wie bei einer zu dem leydenschen Versuche bestimmten Platte, mit Zinnfolie belegt hat, und sie dann ladet, indem man die eine Belegung mit einem elektrisirten Körper, die andere aber mit der Erde in Verbindung bringt, so werden die Platten, (die wir A und B nennen wollen,) fest an einander hängen; trennt man sie nun wieder von einander, so wird A, deren Belegung positiv geladen war, auf beiden Seiten positiv, B aber an beiden Seiten negativ seyn. Werden dann beide Platten, wie zuvor, wieder auf einander gelegt und dadurch entladen, daß man einen Verbindungskreis zwischen ihren beiden Belegungen macht, so werden sie noch immer an einander hängen und, wenn sie dann getrennt werden, elektrisirt seyn, aber mit dem merkwürdigen Unterschied, daß nun A an beiden Seiten negativ, und B an beiden Seiten positiv ist.

Werden sie nach der Entladung im Dunkeln von einander getrennt, so sieht man zwischen ihren inneren Oberflächen auflodernde Blitze. Legt man dann die Platten wieder zusammen, berührt ihre Belegungen und

trennt sie darauf allmählig wieder, so erscheinen diese Blitze ziemlich oft wieder, jedoch werden ihrer immer wenigere, bis sie endlich ganz verschwinden.

Allein nicht alle Arten von Glas gewähren beständig die nämlichen Wirkungen. Kronenglas und gewöhnliche Glasplatten geben die erwähnten Erscheinungen; dargegen hat Henly beobachtet, daß wenn man holländische Glasplatten auf die angegebene Art behandelt, jede eine positive und eine negative Seite bekömmt; auch hat er andere Abweichungen beobachtet. — Beccaria suchte diese und ähnliche Erscheinungen dadurch zu erklären, daß er annahm, daß wenn zwei Körper, entweder ein Leiter und ein elektrisirter Körper, oder zwei mit entgegengesetzten Elektrizitäten gleichgeladene elektrische Körper auf einander gelegt werden, sie darum an einander hängen und ihre Elektrizitäten darum verschwinden, weil die beiden entgegengesetzten Kräfte einander entgegenwirken, und daß, sobald sie getrennt werden, die elektrischen Körper eine Neigung zeigen, ihre Elektrizitäten wieder anzunehmen. Dies ist es, was er die vindicirende *) oder sich selbst wieder herstellende Elektrizität genennet hat, weil er glaubte, die Flächen legten ihre Elektrizitäten in einander ab und bei der Trennung ergreife jede die ihrige wieder.

Schließlich muß ich in Ansehung der mitgetheilten Elektrizität noch bemerken, daß die Anwendung derselben sowohl durch bloses Elektrisiren, als auch in Funken und Schlägen auf den menschlichen Körper, in manchen Krankheiten, von denen einige allen andern Heilmitteln widerstanden, ohne Widerspruch gute Dienste ge-

*) Wer eine ausführlichere Nachricht von dieser vindizirenden Elektrizität zu haben wünscht, der sehe Beccarias Elektrisirkunst Th. II. Abschn. VI.

leistet hat; indessen muß man doch auch zugleich geste-hen, daß man nicht oft sehr bedeutende Vortheile da-durch erlangt hat.

Ohne mich hier in eine besondere Erörterung der Heilkräfte derselben, oder darauf einzulassen, zu bestim-men, in welchen Krankheiten sie vorzüglich gute Wir-kungen hervorbringen, will ich nur überhaupt bemerken, daß die Anwendung derselben sich meistens bei noch nicht lang dauernden Stockungen, entweder die Bewegung, oder die Circulation, oder die Secretion betreffend, wohl-thätig bewiesen und daß die Erfahrung gezeigt hat, daß im Ganzen genommen eine gelinde Anwendung derselben vortheilhafter ist als starke Schläge.

Die gewöhnlichste Art sie anzuwenden ist: den Kran-ken zu isoliren, ihn auf die nachher noch zu beschreiben-de Art mit dem elektrisirten Leiter in Verbindung zu setzen und dann entweder einen zugespitzten Körper auf den leidenden Theil zu richten, (welches bei diesem eine angenehme Empfindung hervorbringt und: das Geben der elektrischen Luft genannt wird); oder Funken aus dem Theile zu ziehen, oder höchstens sehr schwache Schläge durch ihn gehen zu lassen.

Derjenige, der sich zum ersten Male mit diesem Zweige der Naturlehre beschäftiget, wird sich schwerlich mehrere in diesem und den vorhergehenden Kapiteln die-ses Abschnittes erwähnte Thatsachen gehörig erklären können. Sie müssen aber wegen ihrer Beziehung aufs Ganze und um die Grundsätze, auf welche die Theorie gebaut ist, unter einen Gesichtspunkt bringen zu kön-nen, jetzt schon angeführt werden, und die in der Fol-ge zu beschreibenden Versuche werden wahrscheinlich jede Schwierigkeit heben.

Fünftes Kapitel.

Beschreibung des elektrischen Apparats.

Unter dem elektrischen Apparate sind diejenigen Instrumente zu verstehen, die erfoderlich sind, Elektrizität entweder zu erregen, oder anzuhäufen, zusammen zu halten und anzuwenden, oder endlich die Quantität derselben zu messen und ihre Beschaffenheit zu bestimmen.

Das Hauptinstrument zur Erregung oder Hervorbringung der Elektrizität, ist eine Maschine, die im Stande ist auf irgend eine Art einen elektrischen Körper so zu erregen, daß er elektrische Erscheinungen hervorbringen kann. Die wesentlichsten Theile einer solchen Maschine sind daher: der elektrische Körper, die bewegende Maschine, der Reiber und der erste Leiter, das heißt ein isolirter Leiter, der die Elektrizität unmittelbar von dem erregten elektrischen Körper bekömmt.

Ehedem machte man den elektrischen Körper von verschiedenen Substanzen und in mancherlei Formen, gegenwärtig aber wechselt man höchstens mit Glaskugeln, oder Glaszylindern oder kreisförmigen Glasscheiben ab, und diese Formen sind auch in der That die besten. Die gewöhnlichste Größe für die Kugeln ist die von neun bis zwölf Zoll im Durchmesser, und man giebt ihnen gewöhnlich nur einen Hals. Die Cylinder dagegen werden mit zwei Hälsen versehen, und man hat sie von jeder Art der Größe, ja selbst von vier und zwanzig Zoll im Durchmesser. Auch die Glasscheiben hat man von verschiedener Größe. Die Glasart, deren man sich gewöhnlich in England zu dieser Absicht bedient, ist das beste Flintglas. Alle Theile müssen gut befestigt seyn.

Was die Maschine betrifft, die den elektrischen Körper in Bewegung setzt, so hat man sich gewöhnlich dazu die Geschwindigkeit vermehrender Räder bedient, die den elektrischen Körper mit einer beträchtlichen Geschwindigkeit bewegen und selbst bequem vermittelst einer Kurbel herumgedreht werden können. Man hat sich dazu auch eines Rades und einer Schraube ohne Ende bedient, allein dies ist mit der Unbequemlichkeit verbunden, daß es ein knarrendes Geräusche macht und bald wandelbar wird. Sowohl ein Cylinder als auch eine kreisförmige Scheibe können vermittelst einer bloßen Kurbel, die unmittelbar mit der Hand gedreht wird, mit hinlänglicher Geschwindigkeit bewegt werden.

Der Reiber oder das Reibzeug ist das zweite Stück des elektrischen Apparats. Durch eine Menge von Versuchen ist man überzeugt worden, daß das beste Reibzeug sowohl für Cylinder als für Scheiben, ein ledernes mit Haaren ausgestopftes Kissen ist, an dessen einer Seite ein ziemlich langes Stück seidenes Zeug befestiget ist, das so über den Reiber geschlagen wird, daß es zwischen ihm und dem Zylinder oder der Kugel hindurch geht und mehr als den dritten Theil des Umfanges derselben bedeckt. Bei Scheiben bestehen die Reibzeuge meistens aus einem Stück Leder, an dessen Ende ein Stück Seidenzeug befindlich ist, oder aus Kissen u. s. w.

Wenn das Reibzeug recht eingerichtet seyn soll, so muß die Seite desselben, die beim Umdrehen die Oberfläche des Glases berührt, ein möglichst guter Leiter seyn, um dem Glase elektrische Flüssigkeit zuführen zu können, und seine andere Seite muß dagegen ein möglichst schlechter Leiter seyn, damit von der auf dem Glase gesammelten Flüssigkeit nichts in den Reiber zurückgehen könne.

Das Reibzeug sollte von einer Feder gehalten werden, um durch sie immer gehörig an das Glas gedrückt

zu werden, auch wenn dies ungleich ist, und diese Feder muß auf einem gläsernen Fuße oder auf einem anderen isolirenden Gestelle befestigt seyn, weil mehrere Versuche einen isolirten Reiber erfodern. Ist es aber nicht nöthig, daß er isolirt sey, so hängt man einen Draht oder eine Kette an denselben, wodurch man ihn leicht mit der Erde oder einem anderen Körper nach Gefallen in Verbindung setzen kann.

Der erste Leiter ist nichts anders als ein isolirter Leiter, der mit dem einen Ende dem elektrischen Körper nahe gestellt, jedoch nicht ganz in Berührung mit ihm gebracht wird; er ist dabei dem Reiber beinahe entgegenstehend. Dieser Leiter kann von Messingblech oder Zinnplatten, oder Pappe mit Zinnfolie überzogen oder Holz mit Zinnfolie überzogen u. s. w. seyn. Seine Gestalt ist gewöhnlich cylindrisch mit halb kugelförmigen Enden. Wie sie aber auch überhaupt beschaffen seyn möge, so muß man darauf sehen, daß er von Spitzen, scharfen Winkeln, scharfen Ecken u. s. w. so frei als möglich sey, weil diese die elektrische Flüssigkeit hinwegführen und zerstreuen. An dem Ende jedoch, das nach dem elektrischen Körper zugekehrt ist, muß er mit einer oder zweien oder auch mehreren Spitzen von Draht versehen seyn, welche Kollektoren oder Zuleiter genannt werden, und die Elektrizität leicht aufnehmen.

Die Größe des Leiters muß mit der Größe und der Kraft des elektrischen Körpers in einem gehörigen Verhältnisse stehen. Je größer der erste Leiter ist, desto dichtere und längere Funken können aus ihm, wenn nämlich der elektrische Körper stark genug ist, gezogen werden. Ueberschreitet aber seine Größe eine gewisse Grenze, so zerstreut die Oberfläche desselben mehr elektrische Materie, als ihm der elektrische Körper zuführen kann, und in einem solchen Falle ist der große Leiter nachtheilig.

Nach diesen Grundsätzen hat man überall elektrische Maschinen von mancherlei Gestalten und Größen gebaut. Ich will mich jedoch hier blos auf die Beschreibung von zwei Arten derselben beschränken, die, im Ganzen genommen, die bequemsten und brauchbarsten sind.

Bei Fig. 4. Taf. XXIII. ist eine Elektrisirmaschine der einfachsten Art abgebildet. GEF ist ein starkes Bret, welches alle Theile dieser Maschine trägt, und wie bei Q vermittelst einer oder mehrerer eiserner oder messingener Schraubenklammern, auf einem starken Tische befestigt werden kann. Der Glascylinder AB, der inwendig vollkommen rein und trocken seyn muß, hat ungefähr zehn Zoll im Durchmesser, und ist an jedem Ende mit einer Haube oder Kappe versehen, die entweder von Holz oder von Messing ist, und in welche die beiden Hälse des Cylinders fest verkittet sind *). Jede dieser Klappen oder Hauben hat einen Zapfen, der sich in einem Loche dreht, das in einem Holzstücke befindlich ist, das auf einem gläsernen Pfeiler fest gekittet ist, wie bei A und B auf den gläsernen Pfeilern BE, AG, die gut auf dem Bodenbrete GEF befestiget sind. Der eine der erwähnten Zapfen, geht ganz durch das Holzstück hindurch, wie bei A, und endigt sich in ein Viereck, an welchem die Kurbel AD angebracht ist, die vermittelst einer Schraubennuß daran befestigt wird. So kann der Cylinder mit der Hand bei D gedreht werden u. s. w. Zuweilen ist der Theil AC der Kurbel von Glas, um die Entweichung der elektrischen Flüssigkeit von dem Cylinder desto wirksamer zu verhindern. IR ist das Reibzeug und IRK ist das Stück Tafft. Dieses Kissen oder

*) Der beste Kitt hierzu ist eine Mischung von fünf Theilen Harz, vier Theilen Wachs und zwei Theilen gepülverten rothen Ocker, welches alles zusammengeschmolzen und durch einander gemischt wird.

Reibzeug ist an einer Feder befestiget, die aus einer auf die Glassäule S gekitteten Dille hervorsteht. Der unterste Theil dieser Säule ist in einem kleinen Brete befestigt, das auf dem Fußbrete der Maschine aufliegt und sich in einem Falze bei H im Fußbrete verschieben und durch eine Schraube feststellen läßt, damit man das Reibzeug nach Gefallen stärker an den Cylinder andrükken oder weiter von ihm entfernen könne. NF ist eine Glassäule, die in dem Fußbrete befestigt ist und den ersten Leiter ML trägt, der aus Messing oder Zinnplatten gemacht und hohl ist, und bei L den Kollektor oder Zuleiter, nämlich die Drahtspitzen, und einen mit einem Knopfe versehenen Draht bei M hat. Aus diesem messingenen Knopfe kann man einen längeren Funken ziehen als aus irgend einem anderen Theil des Leiters. Er ist jedoch nur in diesen eingeschraubt, damit er auch nach Gefallen leicht abgenommen werden könne.

Da Glas leicht Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, wodurch dann die Elektrizität über die Oberfläche desselben verbreitet wird, so ist es um diesem Nachtheile vorzubeugen nöthig, die gläsernen Säulen dieser Maschine wie auch alle zum Isoliren nothwendige Artikel, mit Siegellack oder Firniß zu überziehen, weil sie dann, und besonders wenn sie auf dem trockenen Wege mit Siegellack überzogen werden, entweder gar keine Feuchtigkeit anziehen oder es doch in einem ungleich geringeren Grade thun und folglich auch viel stärker isoliren *).

Wenn

*) Um das Glas auf dem trockenen Wege mit Siegellack überziehen zu können, muß man das Glas an einem Feuer allmählig erwärmen, und wenn es warm genug geworden, eine Stange Siegellack sanft auf der Oberfläche desselben reiben, wodurch das Siegellack geschmolzen wird und sich an das Glas anhängt. Will man Glas auf dem nassen Wege mit Siegellack überziehen, so muß dies in sehr starkem Wein-

Wenn man das Reibzeug blos so anwendet wie es ist beschrieben worden, so wird es den Cylinder nur sehr schwach erregen. Allein man kann die Kraft desselben außerordentlich dadurch vermehren, daß man ein wenig Zinnamalgama und besonders Zinkamalgama hineinreibt *), welches am besten auf folgende

geist aufgelöst werden, indem dieser über die klein gebrochenen Stücken des Siegellacks geschüttet wird, einen oder zwei Tage darüber bleibt und dann und wann umgeschüttelt wird. — Diese Auflösung wird nun vermittelst eines Haarpinsels auf das trockne und reine Glas aufgetragen, und wenn dieser erste Ueberzug ganz trocken geworden ist, so wird noch ein zweiter und dritter ja selbst vierter darauf gebracht.

Der zu diesem Zwecke brauchbarste Firniß oder Lack ist der Bernsteinlack, der eben so gut ist als der Siegellacküberzug auf dem trocknen Wege, aber mit großer Sorgfalt und Vorsicht muß bereitet werden. — Die umständlichere Beschreibung des dabei nöthigen Verfahrens, findet man in den chemischen Handbüchern beschrieben.

*) Das Zinnamalgama besteht aus zwei Theilen Quecksilber und einen Theil Zinnfolie und einer kleinen Quantität Kreide, welches zusammen zu einem Teige gemischt wird.

Um das Zinkamalgama zu bereiten, erhitze man vier oder fünf Theile Quecksilber bis über den Siedegrad des Wassers, und schmelze einen Theil Zink in einem Schmelztiegel oder einem eisernen Kochlöffel, dann schütte man das heiße Quecksilber in eine hölzerne Büchse und unmittelbar darauf auch den geschmolzenen Zink in dasselbe. Darauf verschließe man die Oeffnung der Büchse und schüttele die darin enthaltene Masse, ungefähr eine halbe Minute lang um.

Nun läßt man das Amalgama ganz oder doch beinahe kalt werden, zerstößt es zu einem feinen Pulver und vermischt dies mit einer kleinen Quantität Fett, als Unschlitt oder Hammelfett, einer ganz kleinen Portion gepülverter Kreide, und ungefähr einem vierten Theile des oben beschriebenen Zinnamalgama.

Art geschehen kann. Vor allen Dingen muß das Reibzeug und das daran befindliche Stück Tafft vollkommen rein und trocken gemacht und an seinem gehörigen Orte, wie bei RI, angebracht werden. Dann streut man ein wenig Amalgama auf ein Stück Leder, und bringt es an dem unteren Theile des Cylinders, während sich dieser in der Richtung der Buchstaben a, B, c umdreht, an, da dann die Amalgamatheilchen durch das Glas selbst dem unteren Theile des Reibzeugs zugeführt werden, wodurch die Erregung außerordentlich verstärkt wird. Das mit dem Amalgama bestreute Leder braucht nicht länger an den Cylinder gehalten zu werden, als bis die verlangte Wirkung erfolgt ist, denn wenn auch die Erregung abnimmt, kann man sich des Leders von neuem auf die beschriebene Art bedienen.

Die einfachste Einrichtung der Scheibenelektrisirmaschine ist bei Fig. 5. Taf. XXIII. abgebildet, welche Abbildung keiner weitläuftigen Erläuterung bedarf. ABC DM ist ein hölzernes Gestelle, an welchem die vier Reibzeuge befestiget sind, die vermittelst der Schrauben g, g, g, g, so gerichtet werden können, daß sie gehörig auf die runde Glasscheibe HK *) drücken. Diese Scheibe hat in ihrem Mittelpunkte ein Loch, durch welches die Axe ML geht, welche darin auf die Art, wie es bei der sechsten Figur, welche eine Ansicht von der Seite giebt, abgebildet worden, gut befestigt ist, und vermittelst der Kurbel LG herumgedreht werden kann. Von dem Ende des ersten Leiters aus, breiten sich zwei Arme aus, die bis nahe an die vordere Seite der Glasscheibe reichen, und an ihren Enden mit Spitzen versehen sind, welche die Elektrizität einsammeln.

*) Die Reibzeuge bestehen gewöhnlich aus länglichen Kissen, die oft mit Federn in Verbindung stehen, zuweilen bestehen sie aber auch blos aus Stücken von Leder über Holz gezogen, an welchen Stücken Tafft befestigt sind u. s. w.

Man hat auch Scheibenmaschinen mit zwei Scheiben und acht Reibzeugen gemacht, und wenn diese gut bereitet und besonders, wenn sie nach Cuthbersons Einrichtung verfertigt werden, so ist ihre Kraft sehr groß. Und in der That ist auch, so viel mir wenigstens bekannt ist, die bis jetzt stärkste Elektrisirmaschine, eine von dieser Einrichtung, die der erwähnte Mechanikus für das Teyler'sche Museum in Harlem gemacht, und von der van Marum dem Publikum eine Beschreibung mitgetheilt hat *).

Diese Maschine besteht aus zwei runden Glasscheiben, von denen jede 65 englische Zoll im Durchmesser hat, und die an einer gemeinschaftlichen Axe befestiget sind. Sie stehen einander parallel und 7½ Zoll weit von einander. Jede Scheibe wird durch vier Reibzeuge oder Kissen erregt, und der erste Leiter hat zwei Arme, welche zwischen die Scheiben kommen, und vermittelst ihrer Spitzen die elektrische Flüssigkeit blos von den inneren Oberflächen einsaugen.

Im Ganzen genommen können die Scheibenmaschinen fester und stärker wirkend gemacht werden, als andere Arten der Elektrisirmaschinen, allein sie führen den Nachtheil bei sich, daß bei ihnen eine beträchtliche Friktion statt findet, und sie also nicht leicht können gedreht werden.

Auch können bei den Scheibenmaschinen die Reibzeuge nicht gut isolirt werden; indeß hat man doch diese Schwierigkeit durch verschiedene, obgleich verwickelte Mittel beseitiget **).

*) Man sehe eine kurze Beschreibung der Wirkungen derselben in meiner Abhandlung über die Elektrizität, nach der vierten Ausgabe. B. II. S. 273.

**) Die Beschreibung dieser Maschinen findet man in van Marum's Briefen an den Chevalier Landriani und Doktor Ingenhouß, gedruckt zu Harlem 1789 und 1791.

Außer der Elektrisirmaschine selbst, muß man bei dem Experimentiren noch einige Glasröhren und eine oder zwei ziemlich große Stangen Siegellack in Bereitschaft haben, weil sie bei vielen Versuchen von dem größten Nutzen sind. — Das beste Reibzeug zur Erregung einer Glasröhre, ist die linke Seite eines Stückes schwarzen Wachstaffts, besonders wenn man ein wenig Amalgama darauf gerieben hat. Für Siegellack, Schwefel, rauhes Glas oder gedörrtes Holz, ist feiner neuer Flanell das beste Reibzeug. Jede dieser zuletzt genannten Substanzen bekömmt, wenn sie mit Flanell gerieben wird, die negative Elektrizität.

Die zur Anhäufung der Elektrizität erfoderlichen Werkzeuge, sind belegte elektrische Körper, unter welchen Glas mit Recht die erste Stelle behauptet. Auf die Gestalt kömmt nichts dabei an, wohl aber muß die Dicke und die Beschaffenheit des Glases dabei in Betrachtung gezogen werden. Dünnes Glas kann stärker geladen werden, allein es ist auch der Gefahr ausgesetzt, bei der Entladung zertrümmert zu werden. Eine Flasche, die einzeln gebraucht werden soll, kann ziemlich dünn seyn, Flaschen aber, die bestimmt sind eine Batterie auszumachen, müssen ein wenig dicker seyn. Flaschen mit engen Oeffnungen, können an der inneren Seite mit Messingfeilspähnen auf die Art belegt werden, daß man sie vermittelst eines Anstrichs von Gummiwasser, oder von Kleister, oder von Wachs daran ankleben läßt. Sind aber die Oeffnungen derselben groß genug, so können sie sowohl von innen als von außen mit Zinnfolie oder Stanniol oder Goldpapier, welches man mit Kleister oder Lack oder Gummiwasser u. dgl. daran klebt, belegt werden.

Fig. 7. Taf. XXIII. ist eine von innen und außen mit Zinnfolie bis auf ungefähr drei Zoll von dem Ende ihres cylindrischen Theils, belegte elektrische Flasche über

deren Hals ein mit einem runden messingenen Knopfe oder einer Kugel A versehener Draht hervorsteht. Dieser Draht geht durch den Kork oder hölzernen Stöpsel D, und das untere Ende desselben berührt die innere Belegung der Flasche.

Fig. 8. Taf. XXIII. stellt eine aus sechzehn mit Zinnfolie belegten und in einem schicklichen Kasten aufgestellten Flaschen bestehende Batterie vor. Es stehen immer vier und vier Flaschen neben einander, und aus jeder steht ein Draht empor, der an einem andern Drahte E, der immer über vier Flaschen horizontal liegt, angelöthet, oder angeschraubt oder sonst befestiget wird. Der horizontale Draht hat an jedem Ende einen Knopf, und vermittelst der Drähte F, F, F, können die inneren Belegungen von acht oder zwölf oder allen sechzehn Flaschen in Verbindung gebracht werden.

Die innere Seite dieses die Flaschen enthaltenden Kastens ist ebenfalls mit Stanniol oder Zinnplatten belegt, um die äußeren Belegungen aller Flaschen desto besser mit einander verbinden zu können. An der einen Seite desselben ist ein Loch, durch welches ein starker Draht oder Haken geht, der mit der Belegung des Kastens und folglich mit den äußeren Belegungen der Flaschen verbunden ist. An diesem Haken kann, wenn es nöthig ist, ein Draht angebracht werden, um denselben mit dem einen Arme des Ausladers BBCA in Verbindung setzen zu können.

Der Auslader besteht aus dem gläsernen Handgriffe A, der in die messingene Dille C eingekittet ist, und aus den gekrümmten Drähten B, B, die man vermittelst eines Scharniers oder Gelenkes bei C, wie die Schenkel eines Zirkels, auf und zu machen kann. Diese Drähte laufen spitzig zu, und ihre Spitzen passen in die messingenen Knöpfe D, D, die nach Gefallen daran und wieder herabgeschraubt werden können. Bei dieser

Einrichtung kann dieses Instrument mit den Kugeln oder auch ohne dieselben angewendet, und zur Entladung von Flaschen von verschiedner Größe gebraucht werden.

Bei Fig. 9. Taf. XXIII. ist Henley's allgemeiner Auslader abgebildet, welcher zu mancherlei Versuchen sehr brauchbar ist. A ist ein flaches Bret, das den Fuß des Instruments macht und ungefähr 15 Zoll lang, 4 Zoll breit und einen Zoll dick ist. B, B sind zwei Glassäulen, die in dem Brete A befestigt und an ihrem oberen Theile mit messingenen Hauben versehen sind, deren jede ein vertikales Scharnier hat und in einer Querröhre den Draht DC trägt, der sich in derselben verschieben läßt. Jede dieser Hauben besteht aus drei Stücken, welche so mit einander verbunden sind, daß nicht nur der Draht DC in der Querröhre verschoben, sondern ihm auch noch sowohl eine vertikale als auch eine horizontale Richtung gegeben werden kann. Jeder dieser Drähte DC, DC, hat an dem Ende C einen Ring, und an dem anderen Ende eine messingene Kugel D, die vermittelst einer kleinen quer liegenden Dille an das spitzige Ende desselben geschoben und auch davon wieder abgenommen werden kann. E ist eine starke, ungefähr fünf Fuß im Durchmesser haltende hölzerne Scheibe, auf deren Fläche ein Streif Elfenbein eingelegt ist, und die einen starken cylindrischen Fuß hat, der in die Hohlung der Dille oder des Cylinders F paßt, der in dem Fußbrete A befestiget ist und eine Schraube G hat, um dem Fuße des runden Bretes E, jede erfoderliche Höhe geben zu können. H ist eine zu diesem Instrumente gehörige kleine Presse. Sie besteht aus zwei länglichen Bretstücken, die durch die Schrauben und Schraubennüsse a, a, an einander oder gegen jeden zwischen sie gelegten Körper gepreßt werden können. Das untere von diesen Bretern hat einen cylindrischen Fuß, wie das Bret E. Wenn diese Presse soll

gebraucht werden, wird sie in die Dille F, statt des runden Bretes E, das in diesem Falle hinweggenommen werden muß, eingesetzt.

Diejenigen Instrumente, welche entweder die Gegenwart und die Beschaffenheit der Elektrizität anzeigen oder die Quantität derselben messen, werden Elektrometer, Elektroscope, Elektrizitätsmesser, genannt. Man hat sie von vielerlei Gestalten gemacht, und ihnen nach ihrer Form und ihrem Gebrauche auch besondere Namen gegeben.

Schon ein bloßer Faden, oder eine Feder oder ein anderer leichter Körper, der blos an einem dünnen Faden aufgehängt wird, ist hinreichend zu bestimmen, ob ein Körper elektrisirt ist oder nicht; denn wenn der Körper elektrisirt ist, so zieht er den Faden, oder einen anderen leichten Körper, den man ihm nähert, an.

Das zur Bestimmung sowohl der Beschaffenheit als der Gegenwart der Elektrizität einfachste Elektrometer ist bereits beschrieben worden *). Es ist bei der 2ten und 3ten Figur der XXIII. Tafel abgebildet, und wird nach seinem Erfinder Canton's Elektrometer genannt.

Bei Fig. 10. Taf. XXIII. ist Henley's Quadrantenelektrometer abgebildet. Es steht auf einem kleinen kreisförmigen Gestelle, von dem es nach Gefallen abgenommen werden, und auf dem ersten Leiter oder wo man es sonst brauchen will, befestigt werden kann. Dieses Elektrometer zeigt die Quantität, oder besser: die Dichtigkeit (condensation) der Elektrizität an. Es besteht aus einem senkrecht stehenden Stiele von Buchsbaumholz, der oben kugelförmig abgerundet ist und unten einen Ring von Messingblech hat, vermittelst dessen es auf dem ersten Leiter, oder auf einer elektrischen Bat-

*) Es ist der Korkkugelelektrometer.

T.

terie u. s. w. befestigt werden kann. An dem oberen Theile des Stieles, ist ein elfenbeinerner in Grade eingetheilter Halbzirkel befestigt, in dessen Mitte eine messingene Axe befindlich ist, an welcher der Zeiger steckt. Der Zeiger selbst besteht aus einem sehr dünnen Stäbchen von Buchsbaumholz, das von dem Mittelpunkte des eingetheilten Halbzirkels bis an den Messingring reicht und an seinem unteren Ende eine kleine Korkkugel trägt. Wenn dieses Elektrometer nicht elektrisch gemacht ist, so hängt der Zeiger mit dem Stiele oder der Säule senkrecht nieder, und seine Korkkugel berührt den messingenen Ring, wie bei Fig. 10.; wird es aber elektrisch gemacht, so wird der Zeiger von dem Stiele mehr oder weniger abgetrieben oder entfernt, je nachdem die Intensität oder Stärke der Elektrizität größer oder geringer ist, und die an dem Halbzirkel angebrachten Grade, zeigen die Stärke oder die Erhebung des Zeigers an, wie es bei P Fig. 5. abgebildet ist.

Man hat bei diesem Elektrometer eine große Menge von Veränderungen angebracht; man hat nämlich den Zeiger zwischen zwei elfenbeinernen Halbzirkeln angebracht; man hat das Ganze aus Messing verfertigt mit vielen Rädern, und hat dem Zeiger ein Gegengewicht gegeben, um dadurch zu bewirken, daß er auch kleine Grade der Stärke der Elektrizität angeben könne u. s. w. Demungeachtet aber scheint die angegebene einfache Einrichtung desselben den Vorzug zu verdienen.

Der Grundsatz, nach welchem Lane's Auslade-elektrometer, dessen man sich jetzt gewöhnlich und besonders bei der medizinischen Elektrizität bedient, ist durch Fig. 13. Taf. XXIX. dargestellt. Es besteht aus einem gläsernen Arme D, der aus einer an dem Drahte der elektrischen Flasche E angebrachten Hülse oder Dille hervorsteht, und auf dessen Spitze eine querliegende Messinghülse E angekittet ist. Durch diese Hülse geht ein

Messingdraht, welcher an dem einen Ende den Knopf B, und an dem andern den Ring C hat, und vor- und rückwärts geschoben werden kann. Der Draht BC ist gewöhnlich nach Zollen und Linien abgetheilt.

Nun nehme man an, daß die Flasche F auf die durch die Figur angegebene Art mit dem ersten Leiter in Berührung gesetzt, und der Knopf B so gestellt sey, daß er bis auf eine gewisse Weite, zum Beispiel, um den zehnten Theil eines Zolles, von dem Knopfe A entfernt stehe, man nehme ferner an, daß zwischen dem Ringe C des Elektrometers und der äußeren Belegung der Flasche, ein Draht CK befestiget sey, so kann, wenn die Elektrisirmaschine in Bewegung gesetzt wird, die Flasche F nicht bis über einen gewissen Punkt geladen werden, weil, sobald die Ladung stark genug ist, um von dem Knopfe A zu dem Knopfe B überzugehen, die Entladung erfolgt, und der Schlag durch den Draht CK, oder durch einen menschlichen Körper, oder einen jeden anderen leitenden Körper, der statt des Drahtes CK die Verbindung macht, gehet. So kann man dadurch, daß man den Knopf B immer weiter von dem Knopfe A entfernt, immer stärkere Schläge geben und sie so sehr verstärken, als es die Fähigkeit der nämlichen Flasche dazu erlaubet.

Auch bei diesem Elektrometer sind sehr viele Veränderungen angebracht worden. Cuthberson hat es verbessert und es mit anderen Elektrometern kombinirt *).

Als ich ungefähr im Jahre 1776 mehrere, die Luftelektrizität betreffende Versuche anstellte, fand ich, daß der Wind auf Canton's Korkkugelelektrometer nachtheilig wirkte, und machte deshalb den Versuch, dasselbe in einer Flasche anzubringen, und nach vielen Versu-

*) Eine Beschreibung desselben findet man in Nicholson's Journal der Physik rc. B. II. S. 528.

chen und wiederholten Abänderungen, gelang es mir endlich im Jahre 1777, es in dem Zustande herzustellen, in welchem es bei Fig. 11. Taf. XXIII. abgebildet ist, bei welcher Abbildung die Figur ungefähr die Hälfte der wirklichen Größe des Instrumentes beträgt. Mehrere Verfertiger physikalischer Instrumente aber, haben es in Ansehung der Gestalt und Größe verändert. Die drei einzelne Stücke der Figur, stellen dasselbe in seinem Gehäuse, außer demselben, und einen Durchschnitt seiner messingenen Haube und seines Halses dar.

CDMN ist ein offnes gläsernes Gefäß, das oben enger als unten und in den hölzernen Fuß AB, gekittet ist, bei dem man es halten kann, wenn es der Atmosphäre ausgesetzt werden soll, vermittelst dessen es aber auch auf einen Tisch gestellt werden kann, wenn es zu anderen Versuchen soll gebraucht werden; auch dient dieser Fuß dazu, das Instrument in seinem hölzernen Gehäuse O festschrauben zu können. Der obere Theil von CDMN, läuft, wie der Hals einer Flasche, cylindrisch zu, und in die Oeffnung desselben ist eine kleine Glasröhre so gekittet, daß sie ein wenig in das gläserne Gefäß hinein und ein wenig über dasselbe hinausreicht. Der obere Theil des Instruments ist von CD bis L mit Siegellack überzogen, wodurch er das Ansehen bekömmt, als ob er nun aus einem einzigen Stücke bestehe. Auch der innere Theil G der kleinen Glasröhre ist mit Siegellack überzogen. In diese kleine Röhre ist ein Messingdraht eingekittet, dessen unteres Ende H abgeplattet und mit zwei Löchern versehen ist; der obere Theil L läuft in eine Schraube aus, auf welche die messingene Haube EF geschraubt ist, deren Zweck ist, den Regen von dem oberen Theile des Instrumentes abzuhalten. Die konischen, oder ovalen oder kugelförmigen Korke P dieses Elektrometers, müssen so klein als möglich ist, gemacht werden; sie hängen an äußerst feinen Silberdräh-

ten, deren obere Enden in Ringe gebogen sind, die durch die Löcher bei H gehen, und an denen sie so lose angehängt werden, daß sie leicht auseinanderfahren können, wenn die messingene Haube auch nur einer sehr schwach elektrisch gewordenen Atmosphäre ausgesezt wird. IM und KN, sind zwei schmale Streifen Zinnfolie, die an der inneren Seite des Glases angebracht sind und mit dem hölzernen Fuße AB Verbindung haben. Sie sind bestimmt, diejenige Elektrizität abzuleiten, die dem Glase mitgetheilt wird, wenn es die Korke berühren, und die, wenn sie sich anhäufte, die freie Bewegung derselben hindern würde.

Bennet hat dies Elektrometer sehr zweckmäßig verändert. Das seinige hat nämlich statt der an Draht oder Fäden hängenden Korke, zwei Streifen von Blattgold oder Blattsilber, die von dem Deckel herab und in ein cylindrisches gläsernes Gefäß hinein hängen. Diese Streifen sind ungefähr $2\frac{1}{2}$ Zoll lang und zuweilen gegen das Ende schmaler. Dieses Elektrometer ist das empfindlichste Instrument dieser Art, und leistet bei feinen Versuchen die vortrefflichsten Dienste, indem schon sehr geringe Elektrizitätquantitäten machen, daß die Goldstreifen leicht und unverkennbar auseinanderfahren. Indessen hat doch dies so eingerichtete Instrument den Nachtheil, daß es durchaus nicht tragbar ist *). Wenn man sich, statt der Streifen von Blattgold, sehr feiner mit Leim gesteifter Fäden ohne Kugeln bedient, so wird man finden, daß sie beinahe eben so empfindlich sind, als jene.

Dies sind denn die Haupttheile des elektrischen Apparates. Es giebt aber noch eine große Menge besonderer Instrumente, deren man sich bei besonderen Ver-

*) Man sehe die Beschreibung desselben in den philosophischen Transaktionen im 77sten Bande.

suchen bedient, und deren Beschreibung und Gebrauch der Leser in der Folge noch finden wird.

Sechstes Kapitel.

Elektrische Versuche.

Der Hauptgegenstand dieses Kapitels, ist die Beschreibung derjenigen Versuche, welche die Richtigkeit der in den vorhergehenden Kapiteln dieses Abschnittes aufgestellten Gesetze beweisen.

Zwar sind schon an sich sehr unbedeutende Artikel, zum Beispiele, eine Stange Siegellack, oder ein Stück Bernstein und zwei oder drei Elektrometer hinreichend, die der Elektrizität zum Grunde liegenden Sätze darzuthun; da aber die Elektrisirmaschine das Hauptstück eines größern elektrischen Apparates ist, so will ich zuvörderst zeigen, wie man mit derselben Versuche anstellen muß.

Bei reiner und trockner Witterung, und besonders wenn die Luft heiter und kalt ist, thut die Elektrisirmaschine immer ihre gehörige Wirkung, da sie hingegen, wenn es sehr heiß oder dunstig ist, nicht gut wirket, man muß daher im letzteren Falle mehr Aufmerksamkeit anwenden, als in dem ersteren. Indessen kann man es doch, wenn man mit der gehörigen Sorgfalt zu Werke geht und die folgenden Verhaltungsregeln beobachtet, dahin bringen, daß die Elektrisirmaschine zu allen Zeiten mit der erfoderlichen Kraft wirket.

Ehe man die Maschine in Bewegung setzt, muß der Cylinder abgewischt werden, daß er vollkommen rein und trocken sey, und bei kalter Witterung muß er in einiger Entfernung von einem gewöhnlichen Feuer gelind erwärmt werden. Wenn dies geschehen ist und alle fremde Körper entfernt worden sind, und man, nachdem die Maschine vermittelst der Kurbel in Bewegung gesetzt worden, dem Reiber gegenüber, den Knöchel des Fingers gegen die Mitte des Cylinders, der Oberfläche desselben bis auf eine kleine Entfernung nähert, so dringt die elektrische Flüssigkeit von dem Cylinder aus nach dem Knöchel, und man bemerkt bald Funken, die mit einem knisternden Geräusche verbunden sind. Sollte dies aber, nachdem der Cylinder zwanzig bis dreißigmal herumgedreht worden, nicht erfolgen, so nehme man den Reiber von der Glasstange ab, reinige ihn hinlänglich und halte ihn an ein Feuer, um wenigstens den Tafft zu trocknen; den Cylinder wische man gut mit erwärmtem Flanell oder einem erwärmten seidenen Tuche ab, und bringe dann den Reiber wieder so an seinen Ort, daß er mit gehöriger Stärke auf den Cylinder drücken oder wirken kann, und endlich halte man das Leder mit dem Amalgama an die untere Seite des Cylinders und drehe denselben herum, so wird die Maschine bald ihre gehörige Kraft erlangen. Ist dies der Fall, so nehme man das Leder mit dem Amalgama wieder hinweg, stelle den ersten Leiter, wie bei Fig. 4. Taf. XXIII. abgebildet ist, vor den Cylinder, wische den Fuß desselben NF gehörig ab, daß er vollkommen rein und trocken sey, und bringe den Reiber mit dem Fußboden vermittelst eines Drahtes oder auf eine andere Art, in Gemeinschaft. Dreht man dann die Kurbel, so kann man die elektrische Flüssigkeit in Form von Funken aus dem ersten Leiter dadurch ziehen, daß man der Oberfläche desselben einen stumpfen, nicht isolirten Leiter entgegen hält. Der längste Funke

kann aus dem Knopfe O gezogen werden. Nähert man dem ersten Leiter, während der Cylinder herumgedreht wird, die Spitze einer Nadel, so erscheint auf derselben ein leuchtendes Kügelchen, wobei jedoch kein Geräusch hörbar ist. Unterbricht man die Gemeinschaft zwischen dem Reiber und der Erde, und bringt dagegen diese und den ersten Leiter in Verbindung, und hält dann eine Nadelspitze gegen den Reiber, so geht von der Spitze ein Strahlenpinsel oder ein Lichtstrahl aus, der seine Richtung nach dem Reiber zu nimmt.

Wenn man, nach bewirkter Gemeinschaft zwischen der Erde und dem ersten Leiter, ein einfaches Elektrometer, zum Beispiele zwei an Fäden hängende Korkkugeln, an dem mit einem Knopfe versehenen Draht MO aufhängt, so werden sich beide im Hängen einander so lange berühren, als die Maschine nicht in Wirksamkeit gesetzt ist; dreht man aber den Cylinder auch nur ein wenig, so werden sie divergiren oder auseinanderfahren. Berührt man, während dieses Zustandes der Abstoßung, den ersten Leiter mit einem elektrischen Körper, dergleichen ein Stück Glas, oder Siegellack, oder Bernstein, oder Schwefel u. s. w. ist, so fahren die Korkkugeln fort sich von einander zu entfernen; berührt man ihn aber mit irgend einem nicht isolirten Leiter, etwa mit dem Finger, oder einem Drahte, oder einer Kohle u. s. w., so werden Fäden und Kugeln sogleich zusammenfallen. Dies ist eine leichte Art zu untersuchen, ob ein bestimmter Körper ein Leiter sey oder nicht.

Nach der Theorie nun, wird der Leiter durch das Reiben oder die Friktion in den Stand gesetzt, die elektrische Flüssigkeit, die von Natur in dem Reibzeug befindlich ist, heraus zu ziehen und sie auf den ersten Leiter zu werfen, von dem sie, weil er isolirt ist, sich nicht entfernen kann. Indessen muß man doch die Quantität davon abrechnen, die der Luft mitgetheilt wird,

oder in Gestalt von Funken nach irgend einem Leiter entweicht, der dem ersten Leiter entgegen gerichtet wird.

Wenn das Reibzeug isolirt wird, so verliert die Elektrisirmaschine fast alle ihre Kraft, weil das Reibzeug, wenn es dem Cylinder seine eigene Flüssigkeit abgegeben hat, außer der sehr kleinen Quantität, die es davon aus der dasselbe umgebenden Luft bekömmt, die nie oder doch selten ein vollkommner Leiter ist, keine weiter erhalten kann. — Das Einströmen der elektrischen Flüssigkeit in das Reibzeug, und das Ausströmen derselben von dem ersten Leiter, offenbart sich durch den Strahlenpinsel oder den Stern, den man an der Nadel oder dem ihnen entgegengerichteten spitzigen Leiter bemerket.

Wenn die an dem Ende des ersten Leiters, auf die oben angegebene Art angebrachten Korkkugeln aus einander gehen, und man hält ihnen eine erregte Glasröhre oder einen andern positiv elektrischen Körper entgegen, so entfernen sie sich von diesem; auf eine erregte Stange Siegellack oder einen anderen negativ elektrisirten Körper dagegen, eilen sie zu. Und dies ist eine leichte Methode zu untersuchen, ob ein Körper positiv oder negativ elektrisirt ist.

Zuweilen wird noch ein anderer erster Leiter mit dem Reibzeuge RI in Berührung gebracht, und dann können, wenn zwischen dem ersten Leiter ML und der Erde eine Verbindung gemacht wird, die eben erwähnten Versuche auch mit dem anderen ersten Leiter gemacht werden; aber mit dem Unterschiede, daß in dem letzteren Falle negative Elektrizität auf sie wirkt und sie also auch Zeichen von negativer Elektrizität geben; daher wird auch dieser Leiter der **negative** und ML der **positive Leiter** genannt.

Die fliegende Feder.

Man nehme eine erregte Glasröhre in die eine Hand und lasse eine kleine Pflaumfeder ungefähr acht bis zehn Zoll von der Röhre in der Luft fliegen, so wird sie sogleich von der Röhre angezogen werden, und einige Minuten lang, und zuweilen noch länger, fest an derselben hängen bleiben; dadurch bekömmt sie die nämliche Art der Elektrizität, welche die Röhre hat, und sobald dies geschehen ist, wird sie von derselben abgestoßen. Hält man nun die Röhre unter die Feder, so wird sie, in einer beträchtlichen Entfernung von der Röhre, immerfort vor ihr fliehen, und ihr nicht eher wieder nahe kommen, als bis sie eine leitende Substanz berührt hat, auf die sie die erlangte Elektrizität absetzen kann. Wenn man die Röhre geschickt zu behandeln und zu richten versteht, so kann man die Feder in dem Zimmer hin treiben, wohin man sie haben will.

Bei diesem Versuche ist es merkwürdig, daß die Feder, wenn sie von der Röhre entfernt gehalten wird, und man diese gegen sie bewegt, der Röhre immer die nämliche Seite zukehrt. Der Grund dieser Erscheinung liegt darin, daß das Gleichgewicht der elektrischen Flüssigkeit zwischen den Theilen der Feder, wenn es einmal gestört worden ist, weil die Feder ein sehr schlechter Leiter ist, nicht leicht wieder hergestellt werden kann.

Der elektrische Brunnen.

Man stelle auf ein isolirtes Gestelle, wie zum Beispiele ein Stuhl mit Glasfüßen ist, ein metallenes Gemäß von einem Nösel oder einer Viertelskanne, oder auch einen andern leitenden Körper von einer ähnlichen Gestalt; dann befestige man ein kleines Korkkugelelektrometer, wie das Fig. 2. abgebildete ist, so an einem sei-

seidenen Faden, der von der Decke des Zimmers oder von einem andern schicklichen Träger herabhängt, daß es ganz in das Gefäß hineinreicht. Wenn dies geschehen ist, so elektrisire man das Gefäß oder das Nösel dadurch, daß man ihm mit einem erregten elektrischen Körper einen Funken giebt, oder auch auf eine andere beliebige Art, und man wird finden, daß das Elektrometer, so lang es in dieser isolirten Lage bleibt, und selbst, wenn man es die innere Oberfläche des Nösels berühren läßt, weder von ihr angezogen wird, noch auch einige Elektrizität mitgetheilt bekömmt. Bringt man aber einen zum Theil aus dem Nösel hervorstehenden Leiter mit dem Elektrometer in Verbindung, so wird dieses unmittelbar von dem Nösel angezogen.

Bei diesem Versuche wirkt die Elektrizität des Nösels von allen Seiten auf das Elektrometer, und da kein Körper in der Nähe ist, auf welchen es seine elektrische Flüssigkeit absetzen, oder von dem es dergleichen bekommen könnte, so kann es nicht die entgegengesetzte Elektrizität erhalten und folglich auch nicht angezogen werden. Wird ihm aber ein anderer Leiter genähert, so erfolgt die Anziehung, weil in diesem Falle das Elektrometer von diesem Leiter einige Elektrizität bekömmt, oder seine elektrische Flüssigkeit auf denselben absetzen kann.

Die Wirkung elektrischer Atmosphären zu zeigen.

Wenn man ein Korkkugelelektrometer einem positiv elektrisirten Körper bis auf eine geringe Entfernung nähert, so divergirt oder fährt es auseinander, aber mit negativer Elektrizität. Daß dies wirklich so sey, kann leicht bewiesen werden; denn, wenn man dem Elektrometer eine geriebene Glasröhre nahe bringt, so eilen die

Korkkugeln auf dieselbe zu, da sie im Gegentheile vor einer geriebenen Siegellackstange fliehen, vorausgesetzt nämlich, daß diese immer negativ und die Glasröhre immer positiv elektrisirt sey.

Man isolire eine Stange von Metall, die stumpfe oder abgerundete Enden hat, horizontal liegt, wie AB, Fig. 14. Taf. XXIII. ungefähr zwei Fuß lang ist, und an deren Ende A man ein Korkkugelelektrometer gehängt hat. Dann nähere man dem andern Ende derselben B, eine geriebene Glasröhre bis auf acht oder zehn Zoll, so werden die Korkkugeln C sogleich mit der Elektrizität der Röhre, also mit positiver Elektrizität auseinanderfahren. Entfernt man die Röhre, so werden die Kugeln sogleich zusammenfallen, und weder in ihnen noch in der Metallstange, wird Elektrizität bleiben. Wird aber, während die Glasröhre dem einen Ende B der Metallstange noch nahe bleibt, und die Kugeln mit positiver Elektrizität auseinander gehen, das andere Ende A mit einem Finger oder einem anderen nicht isolirten Leiter berührt, so fallen die Kugeln augenblicklich zusammen und bleiben so, als ob die Stange gar nicht elektrisirt worden wäre. Wird aber nun auch die geriebene Röhre hinweggenommen, so gehen sogleich die Kugeln mit negativer Elektrizität auseinander — welches beweist, daß die Stange AB negativ elektrisirt ist.

Die Erklärung dieses Versuchs ist leicht; denn wenn sich die Stange in Bezug auf Elektrizität in einem natürlichen Zustande befindet, so ihr die ist von Natur zukommende elektrische Flüssigkeit, durch dieselbe gleichförmig verbreitet; wird aber die geriebene Röhre derselben an dem einen Ende, zum Beispiele bei B, bis auf eine gewisse Entfernung genähert, so wird die zu diesem Ende gehörige Elektrizität, nach dem Ende A zu getrieben, welches daher überladen wird, so wie nun das andere Ende B schwächer geladen ist, die Stange aber

hat jetzt nicht mehr Elektrizität als sie vorher hatte, und wird nun die Röhre ganz von ihr entfernt, so geht die überschüssige Flüssigkeit des Endes A, wieder nach ihrer vorigen Stelle B zurück, und das Gleichgewicht wird wieder hergestellt. Wird aber das Ende A, während es überladen ist, berührt, so wird die überschüssige Flüssigkeit desselben durch den berührenden Körper abgeleitet und dieses Ende A, bleibt in einem natürlichen Zustande, das Ende B aber ist weniger geladen, daher geht, wenn nun die Röhre entfernt ist, ein Theil der dem Ende A von Natur zukommenden Flüssigkeit zu B über, daher dann die ganze Stange schwächer geladen, oder negativ elektrisirt wird.

Dieser Versuch, der vielfach verändert und so vereinfacht werden kann, daß er mit einem einfachen Korkkugelelektrometer kann gemacht werden, zeigt, wie ein Elektrometer oder ein anderer Körper vermittelst eines positiv elektrischen Körpers, negativ elektrisch kann gemacht werden, und so auch umgekehrt.

Die abwechselnde Anziehung und Abstoßung von einerlei leichten Körpers zu zeigen.

Man lege auf eine flache Metallplatte kleine Körper, dergleichen kleine Stückchen oder Figuren von Papier oder Plattgold oder Kleye u. s. w. sind, und halte sie, während die Elektrisirmaschine in Bewegung gesetzt wird, gerade unter den ersten Leiter, ungefähr drei bis vier Zoll von ihm entfernt, so werden jene leichten Körper bald anfangen sich zwischen der Platte und dem Leiter zu bewegen, indem sie wechselsweise von dem einen nach dem andern springen werden. Bei diesem Versuche bekommen die kleinen Körper und die Platte, dadurch, daß sie in den Wirkungskreis des elektrisch gemachten er-

sten Leiters gebracht werden, wirklich die entgegengesetzte Elektrizität, indem sie ihre elektrische Flüssigkeit auf die Hand desjenigen, der den Versuch macht, oder auf einen anderen mit der Platte in Verbindung gebrachten Körper absetzen, und daher werden die leichten Körper, wegen der zwischen Körpern von verschiedener Elektrizität statt habenden Anziehung, von dem ersten Leiter angezogen. Sobald sie nun aber denselben berühren, bekommen sie augenblicklich die nämliche Elektrizität, die er selbst hat, und werden daher, wegen der zwischen Körpern, welche einerlei Elektrizität besitzen, statt habenden Abstoßung, abgestoßen, von der Platte aber, die sich in dem entgegengesetzten Zustande befindet, angezogen u. s. w.

Nimmt man an, daß der Leiter negativ elektrisirt sey, so braucht man bei der Erklärung des Versuchs nur wenige Worte zu verändern, die sich leicht und von selbst ergeben.

Daß die kleinen leichten Körper von dem Leiter nicht anders können angezogen werden, als daß sie erst die entgegengesetzte Elektrizität bekommen, kann auf folgende Art bewiesen werden. —

Man bringe die erwähnten leichten Körper von der Metallplatte, auf eine reine und trockne Glasscheibe, halte diese an einer Ecke und halte sie unter den elektrisirten ersten Leiter. Man wird sehen, daß die leichten Körper nicht von ihm angezogen werden; der Grund davon ist, weil sie in diesem Falle die ihnen natürliche elektrische Flüssigkeit nicht angeben und folglich auch keine entgegengesetzte Elektrizität annehmen können. Drückt man aber einen Finger oder einen andern Leiter an die untere Seite der Glasplatte, so werden die leichten Körper augenblicklich angezogen und wieder abgestoßen u. s. w. weil sie nun ihre elektrische Flüssigkeit auf die obere Oberfläche der Glasplatte absetzen können, indem die

untere Oberfläche des Glases ihre elektrische Flüssigkeit auf den Finger oder einen andern Leiter absetzt. Wird dieser Versuch mehrmal wiederholt, so wird die Glasscheibe bald geladen *).

*) Aus den obenstehenden Versuchen ergeben sich die folgenden Fakta oder Gesetze, die man als eben so viel Axiome annehmen muß, welche beweisen, daß sich die Abstoßung von Körpern, welche einerlei Art der Elektrizität besitzen, sie seyn nun positiv oder negativ, sehr deutlich aus der Theorie von einer einzelnen elektrischen Flüssigkeit erklären läßt.

1) Ein Körper, der die eine Art der Elektrizität besitzt, theilt irgend einem anderen Körper der in seinem Wirkungskreis, das heißt seiner Oberfläche bis auf eine gewisse Entfernung nahe kömmt, die entgegengesetzte Elektrizität mit, oder strebt doch, sie ihm mitzutheilen.

2) Es kann kein Körper an irgend einem Theile seiner Oberfläche, Elektrizität zeigen, oder: die elektrische Kraft kann sich nicht offenbaren, oder, um theoretisch zu sprechen, die elektrische Flüssigkeit kann durch ihn nicht gleich verbreitet werden, wenn diese seine Oberfläche sich nicht irgend einem anderen Körper gegenüber befindet, der wirklich die entgegengesetzte Elektrizität hat. So entgegengesetzt elektrisirte Körper aber ziehen einander an, oder streben doch einander anzuziehen.

3) Nach der Franklinischen Hypothese ist die elektrische Flüssigkeit elastisch, das heißt: ihre eigenen Theilchen stoßen einander ab, und ziehen die Theilchen anderer Stoffe an.

Nun lasse man A und B, Fig. 15. Taf. XXIII. zwei runde aus einem leitenden Stoffe bestehende, in der freien Luft so hängende Körper seyn, daß sie dicht neben einander hängen und leicht bewegt werden können; dann nehme man an, daß ihnen etwas Elektrizität mitgetheilt werde, so ist einleuchtend, daß diese Elektrizität nicht gleichförmig über ihre Oberflächen verbreitet werden kann, sondern daß sie an den von dem Berührungspunkte entfernten Theilen stärker verdichtet seyn muß, weil an denselben die Luft die entgegengesetzte Elektrizität ungehindert bekommen kann. Die Atmosphären entgegengesetzter Elektrizitäten können also mit den Kugeln A und B nicht konzentrisch seyn, sondern ihre Lage muß der durch die punktirte Abbildung von Fig. 15.

Versuche mit der Leydner Flasche.

Man setze eine belegte Flasche, wie die bei Fig. 7. ist, auf einen Tisch, auf welchem die Elektrisirmaschine steht, und bringe sie mit ihrem Knopfe A mit dem ersten Leiter in Berührung, und auf den ersten Leiter setze man Henley's Quadrantenelektrometer. Dreht man nun die Maschine um, so wird der Zeiger des Elektrometers sich allmählig erheben, und bis zu einer gewissen Höhe, die mit der Kraft der Maschine, der Größe der Flasche u. s. w. in Verhältniß steht, erheben, über diesen Punkt hinaus aber nicht steigen. Bemerkt man dies, so ist es ein Zeichen, daß die Flasche völlig geladen ist *). Man fasse einen Auslader, bei seiner gläsernen

vorgestellten ähnlich seyn; dann stoßen die kugelförmigen Körper, die gegen die Mittelpunkte jener Atmosphären angezogen werden, einander ab, wie bei Fig. 16. gezeigt ist, so daß, wenn die Körper positiv elektrisirt worden, negative Atmosphären um sie her entstehen, und die hinzugekommene elektrische Flüssigkeit der Körper, zieht diese negativen Atmosphären an, und wird wieder von ihnen angezogen. Sind die Körper negativ elektrisirt, so bilden sich positive Atmosphären um sie her, welche die negativ elektrischen Körper anziehe.

Diese Erklärung kann man auch leicht auf Körper von irgend einer anderen Gestalt anwenden, wenn man nur die gehörige Rücksicht darauf nimmt, ob sie mehr oder weniger vollkommene Leiter oder Nichtleiter sind.

*) Einige Glasarten entladen sich leichter über ihre Oberfläche als andere. Ueberhaupt kann eine Batterie nicht so stark geladen werden, als eine einzelne Flasche. Auch die Feuchtigkeit oder Trockenheit der Luft hat Einfluß auf die Ladung. Cuthberson fand aber doch, daß, wenn man vor dem Laden durch eine Glasröhre in die Flasche hauchet, diese dadurch in den Stand gesetzt wird, eine viel stärkere Ladung aufzunehmen. Die Stärke einer Batterie beurtheilt er nach der Länge, die sie auf einem Drahte, auf den sie entladen wird, schmelzen kann. So sagt er, indem er von seinen Versuchen mit einer gewissen Batterie redet: „Diese Batterie enthielt siebenzehn Quadratfuß von belegtem Glase, und

Handhabe an, lege den einen seiner Knöpfe an die äußere Belegung der Flasche, und nähere dann den andern Arm desselben dem Knopfe A der Flasche, so wird man einen Knall hören und zwischen dem Auslader und den mit den Seiten des Glases in Verbindung stehenden leitenden Substanzen lebhafte Funken bemerken. Durch diese Operation wird die Flasche entladen. Wenn man statt sich eines Ausladers zu bedienen, die Außenseite der Flasche mit der einen Hand und ihren Knopf mit der andern berührt, so erfolgen die nämlichen Erscheinungen, und man fühlt eine ganz besondere Erschütterung, die nach der Beschaffenheit der Stärke der Ladung, der Größe der Flasche u. s. w. blos die Gelenke oder auch die Ellenbogen, oder die Brust u. s. w. angreift. Fassen sich mehrere in einer Reihe stehenden Personen bei den Händen an, und die an der Spitze stehende berührt die äußere Seite der Flasche, die letzte der Reihe aber den Knopf derselben, so fühlen sie alle die Erschütterung genau in einem und demselben Augenblicke; jedoch empfinden sie diejenigen, die der Belegung der Flasche näher sind als die anderen, oder die sich an den Enden des Verbindungskreises befinden stärker, als die übrigen, denn die Elektrizität einer jeden Seite, wird in eben dem Verhältnisse weniger dicht und folglich auch weniger wirksam, in welchem sie durch eine größere Quantität von leitendem Stoffe strömet.

Die Stärke der Entladung kann durch eine große Menge von Versuchen gezeigt werden. — Man nehme

bestand aus funfzehn Flaschen, und ich fand, daß sie bei dem damaligen Zustande der Atmosphäre nicht fähig war, mehr als achtzehn Zoll von dem Drahte zu schmelzen. Nachdem ich aber durch eine Glasröhre in jede Flasche gehaucht hatte, hielt die Batterie eine Ladung aus, die sechzig Zoll schmelzte." Man sehe: Nicholson's Journal der Physik u. s. w. B. II. S. 527.

eine Karte oder einen Bogen Papier, oder auch zwei auf einander gelegte, durch kleine eingeschobene Stückchen Wachs ein wenig von einander entfernt gehaltene Karten, halte sie flach gegen die äußere Belegung einer geladenen Flasche und setze einen von den Knöpfen des Ausladers darauf, so daß die Karte, oder der Papierbogen oder die beiden Karten, zwischen den Knopf und der Belegung der Flasche befindlich sind, und entlade nun die Flasche, indem man den anderen Knopf des Ausladers dem Drahte der Flasche nähert, so wird die elektrische Materie, indem sie durch den Kreis von der positiven Seite der Flasche zu der negativen fährt, ein Loch und oft mehr als eines, durch die Karte oder den Bogen Papier u. s. w. bohren, wobei man bemerken wird, daß jedes Loch auf beiden Seiten einen erhabenen, auswärts gebogenen Rand, oder eine Wulst hat, wenn nämlich die Karte nicht zu stark an die Seite der Flasche angedrückt wird *). Nähert man die Nase einem solchen Loche unmittelbar nach dem Schlage, so bemerkt man einen phosphorsähnlichen Geruch. Legt man statt des Papieres oder der Karte eine sehr dünne Platte von Glas, oder Harz oder Siegellack zwischen den Auslader und die äußere Belegung der Flasche, und entladet diese dann, so wird die Platte in mehrere Stücken zerbrochen.

Legt man ein Stück weißen Zucker dazwischen, so wird es, wenn der Schlag stark genug ist, zerbrochen, und erscheint im Finstern schön erleuchtet, welche Erleuchtung beinahe eine Minute lang fortdauert.

Man setze die Endpunkte von zwei Drähten auf eine Karte, oder, welches eben so gut ist, man lege die

*) Dieser Umstand zeigt, daß dieser Rand und das Loch durch die Ausdehnung der Substanz der Karte oder des Papieres hervorgebracht wird.

Karte auf die Platte oder Scheibe E des allgemeinen Ausladers Fig. 9. und beuge, nachdem man zuvor die Knöpfe D, D abgenommen, die Arme oder Dråhte so, daß ihre Endpunkte, ungefähr einen Zoll weit von einander entfernt, auf der Karte zu stehen kommen; dann bringe man einen von den Ringen oder Dråhten C mit der äußeren Seite einer belegten Flasche und den anderen C mit dem Knopfe der Flasche in Verbindung, so wird dadurch der Schlag über die Karte hin geleitet werden, so wie er auf dieselbe Art über jeden anderen Körper geleitet werden kann.

Ist die Karte sehr trocken, so wird der Schlag zwischen den beiden Endpunkten der beiden Dråhte eine leuchtende Spur zurücklassen, die man einige Sekunden lang bemerken kann. Geht der Schlag über ein Stück Schreibpapier, so wird dies dadurch in sehr kleine Stücken zerrissen. Läßt man ihn über eine Glasplatte gehen, so läßt er auf derselben eine unauslöschliche Spur zurück. Bei diesem Versuche wird die Glastafel selten zerbrochen, Henley aber fand, daß sie leicht zerbricht, wenn man sie vorher mit Gewichten beschwert hat. Er pflegte auf den zwischen den Endpunkten der Dråhte befindlichen Theil der Glasplatte ein dickes Stück Elfenbein und auf dieses ein Gewicht von einem Viertel einer Unze bis zu sechs Pfund zu legen. Wurde dann die Maschine entladen, so wurde gewöhnlich das Glas in unzählige Stücken zertrümmert, von welchen einige völlig in ein nicht mehr fühlbares Pulver verwandelt werden. Ist das Glas so dick, daß es durch die Gewalt der Explosion nicht kann zerbrochen werden, so wird es mit den lebhaftesten prismatischen Farben bezeichnet, die von sehr dünnen, zum Theil von der Glasfläche durch den Schlag abgetrennten Schuppen hervorgebracht werden. Das Gewicht wird durch die Exploʼ

sion immer erschüttert und zuweilen ganz von dem Elfenbein herabgeworfen.

Ist die Karte, über welche der Schlag geleitet wird, mit irgend einer besondern Farbe, und besonders mit Zinnober bemalt, so läßt er gewöhnlich eine bleibende schwarze Spur auf derselben zurück *).

Wenn man Schießpulver vermittelst der Leydner Flasche anzünden will, so fülle man kleine Patronen von Papier, oder auch Federspuhlen damit an, und stecke in jedes Ende einer Patrone oder Federspuhle einen Draht, so daß die Enden inwendig in dem Pulver ungefähr um den fünften Theil eines Zolles weit auseinander stehen, und entlade dann eine Leydner Flasche durch diese Drähte, so wird das Pulver entzündet werden. Wird das Pulver mit Stahlfeile vermischt, so erfolgt auch zugleich eine kleine Erschütterung.

Wird das Schießpulver uneingeschlossen auf irgend ein Gestelle gestreut und in demselben die Drahtverbindung unterbrochen und dann die Flasche entladen, so wird der Funke, der bei der Unterbrechung entsteht, das Schießpulver auseinander streuen ohne dasselbe anzuzünden. Wird aber der Schlag durch einen vollkommenen Leiter geführt, so wird das Pulver entzündet, weil in diesem Falle die Entladung nicht plötzlich erfolgt, oder vielmehr in einem Strome fortgeht. Die beste Art diesen Versuch zu machen, ist bei Fig. 12. Taf. XXIII. dargestellt.

F ist das auf einem Tische, auf welchem die Flasche AB steht, liegende Schießpulver. CD ist eine ungefähr einen Fuß lange und einen Viertelzoll im Durchmesser habende Glasröhre, die mit Wasser angefüllt und an ihren Enden mit zwei Korken versehen ist. Durch

*) Anstatt des Zinnobers kann man auch Spießglanzschwefel nehmen.

jeden dieser Korke wird ein Draht gesteckt und zwar so, daß jeder gerade das Wasser berührt, wie der kurze Draht bei D und der lange Draht CA, welcher die Verbindung zwischen dem Wasser der Röhre und dem Knopfe der Flasche macht. Wird nun die Entladung der Flasche bewirkt, die durch die kleine Wasserquantität in CD und durch den Tisch FB, welches beide unvollkommne Leiter sind, gehen muß, so kömmt die elektrische Flüssigkeit in Gestalt eines dichten Stromes, der gewöhnlich das Schießpulver bei F entzündet, bei D heraus.

Wenn man einen Löffel, in welchem Weingeist enthalten ist, mit der äußeren Seite einer Leydner Flasche in Verbindung bringt und der Knopf eines mit der inneren Seite der Flasche in Verbindung stehenden Drahtes gerade über die Oberfläche des Weingeistes gehalten und ihr bis auf eine kleine Entfernung genähert wird, so wird die Entladung der Flasche den Weingeist, vorausgesetzt, daß er zuvor erwärmt worden, anzünden. Indessen bekömmt man auch schon die nämliche Wirkung, wenn man einen Funken von dem ersten Leiter der Maschine aus, durch erwärmten Weingeist gehen läßt. —

Schon durch die Entladung einer einzelnen Flasche, kann ein sehr feiner, dünner Draht geschmolzen werden; man darf, in dieser Absicht diesen Draht nur zu einem Theile des Verbindungskreises machen, und ihn, zum Beispiele, zwischen den Enden der Drähte des allgemeinen Ausladers anbringen. Die feinen Drehspähne oder der Abfall von Stahl, die man bei den Verfertigern physikalischer Instrumente bekömmt, werden selbst durch eine schwache Ladung sehr leicht geschmolzen. Ein Draht aber, der den funfzigsten Theil eines Zolles dick oder noch dicker ist, erfodert, um geschmolzen zu werden, schon eine beträchtliche Batterie *).

*) Die stärkste Ladung einer van Marum zugehörigen Batterie, die eine belegte Oberfläche von 135 Quadratfuß hatte,

Man nehme zwei Streifen gewöhnliches Fensterglas, ungefähr drei Zoll lang und einen halben Zoll breit, lege ein kleines Blättchen Gold oder Silber oder Messing so zwischen dieselben, daß davon etwas an den beiden Enden der Glasstreifen hervorsteht, und lege nun diese zwischen die Breter der Presse H des allgemeinen Ausladers, Fig. 9., nachdem man diese Presse an die Stelle der Scheibe E gebracht hat, dann leite man dadurch, daß man die Drähte DD mit den hervorstehenden Enden der metallenen Blättchen in Verbindung setzt, den Schlag einer ziemlich großen Batterie durch die Glasstreifen, so werden diese dadurch gewöhnlich zersplittert. Wenn dies aber auch nicht geschieht, so empfangen doch die Glasstreifen unauslöschliche Bezeichnungen von dem Metalle, welches so in die Zwischenräume des Glases hineingetrieben wird, daß es durch die Auflösungsmittel, die es sonst aufzulösen pflegen, nicht angegriffen wird.

Man nehme einen Draht von der Größe einer gewöhnlichen Stricknadel, oder auch einer größeren, und bringe vermittelst eines anderen Drahtes, der sich leicht biegen läßt, oder einer Kette, das eine Ende desselben mit der äußeren Belegung einer Flasche, deren belegte Oberfläche wenigstens zehn Quadratzoll beträgt, in Verbindung. Um das andere Ende desselben aber wickele

konnte gerade 180 Zoll von einem eisernen Drahte schmelzen, der $\frac{1}{150}$ eines Zolles im Durchmesser hatte, oder 6 Zoll eines Eisendrahtes von $\frac{1}{40}$ eines Zolles im Durchmesser. Eine andere, eben diesem Gelehrten gehörige Batterie, konnte bei ihrer stärksten Ladung von dem zuerst erwähnten Drahte 300 und von dem letzteren 10 Zoll schmelzen. Die stärkste Ladung einer dritten Batterie, deren Belegung fünfhundert und funfzig Quadratfuß betrug, konnte von dem letzteren Drahte 25 Zoll schmelzen. Man sehe: Nicholson's Journal der Physik u. s. w. B. II. S. 327.

man ganz locker etwas Baumwolle, so daß sie gleichsam einen Knopf an ihm macht, und dieses Ende verbirgt. Diesen baumwollenen Knopf rolle man in Pulver von Licopodium oder von Harz herum, und wenn dies geschehen ist, so lade man die Flasche und nähere nun den baumwollenen Knopf mit einiger Geschwindigkeit dem Knopfe der Flasche, dann wird sie entladen werden, und der Schlag wird durch die Baumwolle gehen und sie augenblicklich entzünden.

Wenn man eine Flasche mit einem Auslader entladet, der keinen elektrischen Handgriff hat, so empfindet man in der Hand, mit welcher man die Flasche entladet, eine Art von Schlag. Oder mit anderen Worten: eine Person oder eine andere leitende Substanz, die mit der einen Seite einer Leydner Flasche in Verbindung steht, aber doch keinen Theil des Verbindungskreises ausmacht, fühlt, wenn die Flasche entladen wird, eine Art von Erschütterung oder irgend eine andere Wirkung der Entladung. Wenn man, zum Beispiele, ein Stück von einer Kette mit der äußeren Seite einer Flasche in Verbindung bringt, oder dasselbe sehr nahe an dieselbe legt, und die Flasche nun durch einen anderen Verbindungskreis, zum Beispiele, vermittelst eines gewöhnlichen Ausladers, und zwar in der Dunkelheit entladet, so zeigen sich zwischen den Gelenken der Kette und zwischen dieser und der Flasche Funken, welches beweist, daß die Nähe der Flasche einen Einfluß auf die elektrische Flüssigkeit der Kette hat. Wird diese Kette isolirt, so wird man finden, daß sie durch die Entladung der Flasche nicht elektrisirt worden ist. Darum glaubte Priestley, der diese Wirkung außerhalb des Verbindungskreises zuerst beschrieben und ihr die Benennung: Seitenschlag (lateral explosion) gegeben hat, daß dieser Seitenfunke von der Belegung der Flasche ab und

nach der Kette hin, von dieser aber auch augenblicklich wieder zu jener zurückspringe.

Im vorhergehenden habe ich solche Versuche beschrieben, die die Wirkungen oder die Kraft geladener elektrischer Körper zeigen, und meistens mit einer einzelnen Flasche gemacht werden können. Diese Kraft aber kann noch auf eine viel auffallendere Weise, vermittelst einer großen Batterie gezeigt werden; da jedoch die Behandlung einer solchen Batterie mit der einer einzelnen Flasche übereinkömmt, so ist es nicht nöthig, noch eine besondere Anweisung über die Behandlungsart derselben zu geben. Das muß ich aber erinnern, daß man Ursache hat mit großer Vorsicht dabei zu Werke zu gehen, und viel Sorgfalt und Aufmerksamkeit dabei anzuwenden, weil sonst leicht die Entladung unerwartet erfolgen und ihren Weg durch den, der den Versuch macht, oder durch eine der umstehenden Personen nehmen könnte, welches oft mit großem Nachtheile verbunden ist.

Nach der jedesmaligen Entladung einer großen Batterie, sollte der Auslader immer noch einmal an die äußeren und inneren Belegungen derselben angesetzt werden, weil gewöhnlich nach der ersten Entladung noch etwas von der elektrischen Materie darinne zurückbleibt, wodurch jemand leicht einen unerwarteten Schlag bekommen könnte. Diese Vorsichtsmaaßregel muß man auch bei der Behandlung einer einzelnen Flasche beobachten.

Ich will nun noch einige Versuche beschreiben, welche die Theorie der Leydner Flasche und die Hypothese von einer einzigen elektrischen Flüssigkeit erläutern können.

Man stelle eine belegte Flasche so auf ein isolirtes Gestelle, daß der Knopf derselben ungefähr einen Zoll weit von dem ersten Leiter entfernt bleibt, ohne mit ihm in Berührung zu kommen. Dann setze man die Maschine in Wirksamkeit und untersuche, wenn dies eine

gewisse Zeitlang geschehen ist, die Flasche, so wird man finden, daß sie nicht geladen ist. Und dies konnte sie darum nicht seyn, weil die äußere Seite derselben keinen Zusatz zu der ihrigen aufnehmen konnte. Hält man aber den Knopf eines Drahtes eben so weit von der äußeren Belegung der Flasche entfernt, als der Knopf der Flasche von dem ersten Leiter ist, und setzt nun die Maschine in Thätigkeit, so wird man finden, daß so oft ein Funke von dem ersten Leiter nach dem Drahte der Flasche geht, eben so oft ein anderer Funke von der äußeren Belegung der Flasche, nach dem Knopfe des ihr entgegen gehaltenen Drahtes fahren wird, welches zeigt, daß, so wie eine Quantität von elektrischer Flüssigkeit in die Flasche dringt, eine ungefähr gleiche Quantität derselben, die zu der äußeren Seite der Flasche gehört, diese Seite verläßt. Und auf diese Art wird die Flasche geladen. Wäre bei diesem Versuche die nämliche Flüssigkeit, die von dem ersten Leiter zu dem Knopfe übergeht, durch denselben hindurch und zu dem gegenüberstehenden Knopfe übergegangen, so wäre es nicht möglich gewesen, daß die Flasche hätte geladen werden können.

Wenn die Flasche geladen ist und man nähert die spitzigen Enden des Ausladers der äußeren Belegung und dem Knopfe der Flasche bis auf eine gewisse Entfernung, wie es bei Fig. 7. dargestellt ist, so wird man, wenn der Versuch im Dunkeln gemacht wird, und wenn die Flasche an der inneren Seite positiv geladen ist, beide Punkte erleuchtet sehen, und zwar den obern durch einen kleinen Stern, und den untern B, durch einen Lichtpinsel. Ist aber die Flasche an der inneren Seite negativ geladen, (welches geschieht, wenn man ihren Knopf dem negativen Leiter darstellt,) so verwechseln der Stern und der Pinsel ihre Stellen gegen einander, indem der letztere nun von dem obern Punkte ausgeht und

der Stern an dem unteren erscheint — und dadurch wird die Flasche im Stillen entladen.

Man richte den Apparat so wie bei dem oben S. 408 beschriebenen Versuche mit der Karte, ein; das heißt: man lege eine Karte auf die Scheibe E des allgemeinen Ausladers Fig. 9., aber mit dem Unterschied, daß man statt beide Dråhte auf die nåmliche Seite der Karte zu setzen, den einen unter dieselbe setzt; dann lasse man einen Schlag durch die Dråhte gehen, wie bei jenem Versuche, so wird man finden, daß die elektrische Flůssigkeit über die Oberflåche der Karte auf welcher der Draht aufgestellt ist, der mit der positiven Seite der Flasche in Verbindung ist, hinwegfahren und um zu dem anderen Drahte übergehen zu können, gerade über dem Endpunkte desselben ein Loch durch die Karte bohren wird. So möge, zum Beispiele: AB Fig. 17. Taf. XXIII. einen Durchschnitt der Karte C und D die Endpunkte der auf ihre einander entgegengesetzten Flåchen gelegten Dråhte vorstellen, so wird, wenn die Flasche entladen und der Draht D mit der positiven Seite derselben in Verbindung gebracht wird, die elektrische Flůssigkeit über die Karte von D nach E zu fahren, bei E ein Loch durchbrechen und zu dem Drahte C, der mit der negativen Seite der Flasche in Verbindung steht, übergehen. Wird aber der Draht C mit der positiven Seite der Flasche verbunden, so wird, wenn diese entladen wird, die elektrische Flůssigkeit långs der Oberflåche der Karte von C nach F hinfahren, bei F ein Loch durch dieselbe brechen und zu dem Drahte D übergehen.

Den Gang der elektrischen Flůssigkeit bei diesem Versuche, kann man entweder an einem leuchtenden Streifen bemerken, wenn er in der Dunkelheit gemacht wird, oder man kann ihn auch dadurch sichtbar machen, daß man die Karte auf beiden Seiten mit Zinnober und

Gummi-

Gummiwasser roth färbt, denn dann läßt die elektrische Flüssigkeit einen bleibenden dunkeln Streifen auf derselben zurück.

Man nehme eine kleine belegte Flasche und lasse den unbelegten äußeren Theil derselben dadurch anlaufen, daß man darauf hauchet, dann halte man sie an ihrer äußeren Seite und nähere ihren Knopf, während die Maschine in Thätigkeit ist, dem ersten Leiter, so wird man finden, daß, nachdem die Flasche eine schwache Ladung bekommen hat, von dem Korke ein schöner Strahlenpinsel ausgehen wird, der, nachdem er ein wenig in die Luft gegangen, sich von seiner Richtung ab, und gegen die äußere Belegung der Flasche hinbeugt. Wird die Flasche an der inneren Seite dadurch, daß ihr Knopf dem isolirten Reibzeuge dargestellt wird, negativ geladen, so geht der Lichtpinsel von der äußeren Belegung aus und nimmt seine Richtung nach dem Korke oder dem Drahte der Flasche zu. Bei diesem Versuche muß man die äußere Seite der Flasche bis zu einem gewissen Grade, den man aber blos durch Erfahrung lernen kann, anlaufen lassen.

Man nehme das runde Bret E von dem allgemeinen Auslader Fig. 9. herab, befestige die Drähte DC, DC so, daß ihre Knöpfe D, D ungefähr zwei Zoll weit aus einander stehen, und befestige in der Hülse F ein brennendes Wachslicht, so, daß die Flamme desselben zwischen beiden Knöpfen D, D in der Mitte steht. Wenn dies geschehen ist, so verbinde man durch eine Kette oder auf andere Art, die äußere Seite einer geladenen Leydner Flasche mit einem von den Drähten C und den Knopf der Flasche bringe man an den andern Draht C, so wird man, wenn die Flasche entladen wird, sehen, daß die Flamme des Wachslichtes, immer nach einerlei Richtung mit der elektrischen Flüssigkeit, die von einem der Knöpfe D zu dem anderen gehen muß, getrieben

wird; sie wird nämlich nach dem Knopfe desjenigen Drahtes hingewehet, der mit der negativen Seite der Flasche in Verbindung ist.

Bei diesem Versuche muß man der Flasche nur eine schwache Ladung geben, und die Stärke derselben kann man nur durch Erfahrung kennen lernen. Bei starken Ladungen gelingt der Versuch nicht, theils weil die Ladung zu schnell übergeht, und auch weil, indem man die Flasche dem Drahte nähert, eine beträchtliche elektrische Atmosphäre um den Knopf desselben her entsteht, welche die Flamme in ihrem Gange stöhret u. s. w.

Wenn man eine Leydner Flasche gut verstopft, und in den Kork derselben eine durch ihn hindurchgehende, enge und offene Röhre, in welcher ein Wassertropfen befindlich ist, einkittet, so ist es einleuchtend, daß wenn die in der Flasche befindliche Luft durchaus verdünnt oder verdichtet wird, der in der Röhre enthaltene Wassertropfe, aus seiner Stelle muß bewegt werden. Ladet man nun diese Flasche an der inneren Seite entweder positiv oder negativ, so wird das Wasser in der engen Röhre nicht aus seiner Stelle bewegt, welches beweist, daß die Ladung die Luft keinesweges verdrängt. Auch wird das Wasser nicht bewegt, wenn die Flasche entladen wird, es müßte denn zwischen der inneren Belegung und dem Drahte, oder zwischen den verschiedenen Theilen der inneren Belegung, zufällig ein Funken entstehen, weil ein solcher die Luft immer ein wenig verdünnt und aus ihrer Stelle treibt.

Man nehme eine unbelegte Flasche und klebe vermittelst ein wenig Wachses, statt der Belegung an der äußeren Seite ein Stück Zinnfolie an, so daß es nur gerade an dem Glase hängen bleibt, und als innere Belegung nehme man Blei-Schroten oder Quecksilber, und endlich bringe man einen Draht in die Flasche. Wenn dies alles geschehen ist, so fasse man die Flasche

von außen an, und lade sie auf die gewöhnliche Art. Wenn sie geladen ist, so schütte man alles, was sie enthält, in ein isolirtes Gefäß, um diesen Inhalt untersuchen zu können, und nehme dann auch die äußere Belegung herab. Dadurch verliert die Flasche ihre Ladung nicht, und werden die Schroten oder das Quecksilber, welche Substanzen statt der inneren Belegung dienten, mit einem Elektrometer untersucht, so wird man finden, daß sie schwach, das heißt, eben so stark als ein anderer ähnlicher, nicht isolirter Leiter, der mit dem ersten Leiter in Berührung gewesen, elektrisirt worden. Man schütte nun die nämlichen Schroten oder das Quecksilber oder auch anderes Quecksilber wieder in die Flasche und klebe auch die äußere Belegung wieder an dieselbe an; dann berühre man, vermittelst eines Drahtes u. s. w., die äußere Belegung mit der einen und die innere mit der anderen Hand, so wird man einen Schlag empfinden, zum deutlichen Beweise, daß die Flasche durch das Ausleeren ihre Ladung nicht verloren hat, und daß also diese nicht in der Belegung enthalten ist.

Die vorstehenden Versuche erläutern die Theorie von einer einzelnen elektrischen Flüssigkeit so deutlich, daß es keiner weitern Erklärung deshalb bedarf. Ich könnte leicht noch eine große Menge anderer Versuche, die mit der Leydner Flasche können gemacht werden, hinzusetzen, ich unterlasse es aber, weil sie bloße Abänderungen der bereits beschriebenen sind, und der forschbegierige Leser sie in vielen anderen, von der Elektrizität handelnden Schriften, finden kann.

Siebentes Kapitel.

Von den verschiedenen Quellen der Elektrizität.

Bisher habe ich blos von der einen Art Elektrizität zu erregen, nämlich vermittelst des Reibens, geredet, und die Eigenschaften und die wahrscheinlichste Theorie derselben aufgestellt. Allein es giebt auch noch andere Mittel Elektrizität zu erregen, die in der That mit verschiedenen großen Naturprozessen in einer innigen Verbindung stehen, und daher auch noch beschrieben werden müssen.

Es giebt schwerlich eine Operation der Natur, die nicht einige Elektrizität erregte, oder bei der dieselbe nicht einigermaßen mit thätig wäre. Wahrscheinlich folgen alle die verschiedenen Wirkungen der Elektrizität nach einem einzigen allgemeinen Gesetze; allein um der Deutlichkeit willen wird es nöthig seyn, diese verschiedenen Quellen, die wir außer dem Reiben noch kennen, anzugeben. Sie lassen sich auf folgende sechs zurückbringen. Elektrizität wird nämlich erregt:

1) durch Schmelzen, oder durch Gerinnung nach dem Zergehen gewisser Substanzen.
2) Durch bloßes Erwärmen oder Erkalten gewisser besonderer Körper.
3) Durch Ausdünstung und durch Verdichtung von Dampf.
4) Man findet sie zu allen Zeiten mehr oder weniger in der Atmosphäre.
5) Gewisse Thiere geben sie; und endlich wird sie
6) durch bloße Berührung oder durch die Wirkung gewisser leitender Körper auf einander erregt.

Ich werde diese verschiedenen Quellen der Elektrizität in den folgenden Kapiteln dieses Abschnittes erläutern, indem ich die drei ersten unter der Benennung der durch Schmelzen, Erwärmen, Erkälten und Verdunstung erregten Elektrizität zusammenfassen; die vierte unter dem Titel: Der atmosphärischen Elektrizität; die fünfte unter dem Namen der thierischen Elektrizität und die letzte unter der Benennung: Galvanismus beschreiben werde.

Ehe ich aber dies thue, muß ich in diesem Kapitel noch die hauptsächlichsten Methoden angeben, die man erfunden hat, um die Gegenwart sehr kleiner Quantitäten von Elektrizität zu entdecken und die Beschaffenheit derselben zu bestimmen, weil die auf die angegebenen Arten erregte Elektrizität zuweilen so schwach ist, daß der Physiker die größte Aufmerksamkeit und mechanische Hülfe nöthig hat, um sie zu entdecken.

Die Wirkung elektrischer Atmosphären ist das Hauptmittel, welches die Entdeckung der verschiedenen Arten die Gegenwart kleiner Quantitäten von Elektrizität, oder solcher Quantitäten, die ein Elektrometer für sich selbst nicht merkbar affiziren können, bemerklich zu machen, erleichtert hat.

Man befestige ein Elektrometer auf einer isolirten Metallplatte, und theile dann derselben einige Elektrizität mit, so wird das Elektrometer divergiren. In diesem Zustande bringe man die Platte in die Nähe eines nicht isolirten Leiters, so wird das Elektrometer immer weiter zusammen gehen, je näher die Platte dem nicht isolirten Leiter gebracht wird. Entfernt man nun die elektrisirte Platte, so wird das Elektrometer wieder fast eben so stark divergiren als vorher, welches zeigt, daß durch die Annäherung des nicht isolirten leitenden Körpers, der leicht die entgegengesetzte Elektrizität annehmen konnte, die Intensität oder Stärke der in der elek-

trisirten Platte enthaltenen Elektrizität vermindert worden, oder, welches das nämliche ist, daß die Kapacität dieser Platte, Elektrizität zu enthalten, vermehrt worden, weil der Platte in dieser Lage eine größere Quantität von Elektrizität muß mitgetheilt werden, um das Elektrometer zu der nämlichen Höhe zu heben, als wenn die Platte nicht einem nicht isolirten Leiter entgegengesetzt ist.

Aus obigem folgt, daß die Kapacität der Platte mehr oder weniger verstärkt wird, je nachdem der Leiter, der ihr entgegengesetzt wird, größer oder kleiner ist, oder ihr mehr oder weniger genähert wird.

Wenn man nun einen Körper hat, dessen Elektrizität zu schwach ist, als daß sie ein Elektrometer, dem sie mitgetheilt worden, angreifen könnte, so bringe man eine große isolirte Platte einer anderen nicht isolirten sehr nahe, und setze in dieser Lage die erstere mit dem Körper, der die schwache Elektrizität giebt, in Verbindung, so wird die Platte in dieser Lage eine beträchtliche Quantität von der Elektrizität bekommen, die, während diese Platte der andern entgegengesetzt ist, das Elektrometer nicht angreift; wird aber darauf die aufnehmende Platte aus der Nähe der anderen entfernt, so wird die Kapazität derselben, Elektrizität zu enthalten, vermindert, und die eingeschluckte Elektrizität wird sich folglich viel stärker auf der Oberfläche derselben offenbaren u. s. w. — Volta hat diese aufnehmende Platte einen Verdichter oder Kondensator genannt.

Ferner ist merkwürdig, daß, wenn einem elektrisirten Körper eine isolirte Platte nahe gebracht und dann mit irgend etwas, zum Beispiele, mit einem Finger berührt wird, dieselbe dadurch die entgegengesetzte Elektrizität bekömmt. Wenn man nun den Finger zurückzieht und dann auch die Platte hinwegnimmt, und ihre Elektrizität einem isolirten Körper, etwa einem Elektrometer,

indem man ihn mit derselben berührt, mittheilt, und darauf die Operation wiederholt, nämlich die nämliche Platte wieder in die Nähe des ursprünglich elektrisirten Körpers bringt und sie berührt, so kann man ihr dadurch eben so viel Elektrizität als vorher mittheilen, die dann auch dem nämlichen Elektrometer mitgetheilt werden kann, wodurch denn nach und nach bewirkt wird, daß das Elektrometer hinlänglich divergirt oder auseinander geht, da die bloße Berührung des ursprünglich elektrisirten Körpers nicht einmal hinreichend seyn würde, dasselbe merkbar zu bewegen. In diesem Falle ist die dem Elektrometer mitgetheilte Elektrizität offenbar der Elektrizität des ursprünglich elektrischen Körpers entgegengesetzt, das heißt: sie ist positiv, wenn diese negativ war, und so auch umgekehrt.

Nach diesem Grundsatze wird nun auch das Elektrophor *), und nach ihm hat man auch verschiedene Maschinen eingerichtet, um auch eine kleine Quantität von Elektrizität bemerkbar zu machen **).

Noch vor dem Jahre 1795, erfand ich zu diesem Zwecke eine Maschine, der ich, zur Unterscheidung von anderen, den Namen eines Vervielfältigers der

*) Oder der vom Volta erfundene sogenannte beständige Elektrizitätsträger.

**) Bennets Verdoppler (Duplicator) ist eine sinnreiche Erfindung, um sehr kleine Quantitäten von Elektrizität bemerkbar zu machen und wirkt ebenfalls nach dem oben angegebenen Grundsatze. Er ist in der Folge von Nicholson verbessert worden. Allein er kann doch immer eine gewisse permanente Elektrizität aufnehmen, wodurch seine Wirkungen in den meisten Fällen zweideutig werden. Man sehe die philosophischen Transaktionen B. 77. und 78. Volta's Methode in dem 72. Bande der philos. Transaktionen.

Man findet auch das nöthige darüber in dem fünften Theile des Gehlerschen physik. Wörterbuchs S. 301 ff.

T.

Elektrizität, gegeben habe, und der mir — wenn mich anders die Partheilichkeit für meine eigene Erfindung nicht täuschet, — bequemer und zuverläßiger zu seyn scheint, als alle bisher bekannt gewordenen Instrumente dieser Art. Er ist auf der XXIII. Platte bei Fig. 19. abgebildet, und die Abbildung beträgt ungefähr den dritten Theil seiner wirklichen Größe.

QRS ist das Fußbret, auf welchem die Glasstäbe H, G und auf diesen zwei flache messingene Platten A und C gut befestigt sind. B ist eine ähnliche Messingplatte, die auf einem Glasstabe I steht, der in ein in dem hölzernen Hebel KL befindliches Loch gekittet ist. Dieser Hebel bewegt sich um einen feststehenden Zapfen oder eine solche Axe K, welche fest in das Fußbret geschraubt ist. Dreht man nun diesen Hebel wechselsweise von L nach X und wieder zurück, so kann die Platte B mit dem Hebel in eine doppelte Lage gebracht werden, nämlich in die Lage LIBK, und in die, welche durch die punktirte Figur der nämlichen Platte und des Hebels abgebildet ist. N ist ein dicker messingener Draht, der in dem Brete gut befestigt ist, Om ist ein gebogener Draht, der von der messingenen Hülse, die sich hinten an der Platte B befindet, ausläuft.

Diese Maschine hat auch noch eine vierte, den andern gleiche messingene Platte D, die nicht auf Glas, sondern auf einem Drahte steht, der in ein Stück Messing FP fest eingeschraubt ist, das sich in einem zu dem Zwecke in das Bodenbret QRS gemachten Falz, verschieben läßt, so, daß dieser Schieber FP, wenn man den Nagel des Fingers in dem an dem Ende F angebrachten Einschnitt einsetzt, entweder ganz oder auch bis zu einer bestimmten Länge herausgezogen, und folglich die Platte D bis zu jeder erfoderlichen Weite von der Platte C entfernt werden kann. Wenn der Schieber FP ganz zugeschoben ist, so steht die Platte D mit der

Platte C parallel, und um $\frac{1}{20}$ eines Zolles entfernt von ihr.

Die Theile dieses Instrumentes haben eine solche Stellung gegen einander, daß, wenn der Hebel in der durch den punktirten Theil der Figur angedeuteten Lage ist, das heißt, wenn er so weit nach Q zugetrieben ist, als er gehen kann, dann die Platte B parallel mit der Platte A, und ebenfalls ungefähr $\frac{1}{20}$ eines Zolles von ihr entfernt ist. Zu gleicher Zeit berührt das Ende des Drahtes Om gerade den befestigten Draht N, und macht folglich, daß die Platte B nicht isolirt ist. Sobald aber der Hebel anfängt gegen S bewegt zu werden, so wird die Verbindung zwischen der Platte B und dem Drahte N oder der Erde unterbrochen und B bleibt isolirt. Wird nun der Hebel so weit nach S zu bewegt als er gehen kann, so kömmt der Draht m, wie durch den punktirten Theil der Figur angegeben ist, in Berührung mit der Platte C, und dann haben die beiden Platten B und C Verbindung mit einander, sind aber übrigens isolirt.

Wenn dieses Instrument so eingerichtet wird, wie es durch den schattirten Theil der Figur angegeben ist, so wird die Kapacität der Platte A für Elektrizität, durch die Nähe der nicht isolirten Platte B vermehrt; daher bekömmt A, wenn sie mit einem schwach elektrisirten Körper in Berührung gebracht wird, von ihm eine größere Quantität von Elektrizität, als sie sonst bekommen würde. Man nehme nun zum Beispiele an, daß A eine kleine Quantität von Elektrizität und zwar von positiver, (da sich die folgende Erklärung auch auf den Fall, daß A negativ elektrisirt wäre, anwenden läßt, indem man blos die Worte negativ und positiv dem jedesmaligen Falle angemessen, mit einander zu verwechseln braucht,) bekommen habe, so wird B die ne-

gative annehmen. Wird nun der Hebel L gerückt, so wird die Verbindung zwischen B und der Erde, oder dem Drahte N aufgehoben, und B bleibt isolirt und negativ elektrisirt. Wird B mit dieser Art der Elektrizität nach C zugeschoben, bis der Draht m die Platte C berührt, so geht die negative Elektrizität von B fast ganz zu C über, weil die Kapacität von C Elektrizität zu halten, durch die Nähe der nicht isolirten Platte D beträchtlich vermehrt wird. Wird darauf der Hebel wieder zurück in seine vorige Lage gedreht, so wird B zum zweiten Male negativ elektrisirt, wie vorher, und schiebt man dann den Hebel wieder nach S zu, so wird diese zweite Ladung von negativer Elektrizität von B an C mitgetheilt. Und so wird durch die Wiederholung dieser Operation, nämlich blos dadurch, daß man den Hebel wechselsweise von L nach X und von X wieder nach L bewegt, eine beträchtliche Menge von Elektrizität auf C zusammengehäuft. Wird dann der Schieber FP ungefähr einen Zoll weit aufgeschoben, so wird dadurch die Platte D eben so weit von C entfernt, und also die Kapazität von C sehr vermindert. Bringt man daher ein Elektrometer mit derselben in Verbindung, so wird dadurch die negative Elektrizität, das heißt diejenige, die der des in Untersuchung befindlichen ursprünglich elektrisirten Körpers entgegengesetzt ist, bemerkbar gemacht, da die der Platte A ursprünglich mitgetheilte Elektrizität auf ein Elektrometer vielleicht nicht in einem merklichen Grade würde haben wirken können.

Die Hauptursache, warum dies Instrument in seinen Wirkungen so zuverläßig ist, liegt darin, daß alle auf der Platte A nach einem angestellten Versuche, und nachdem sie berührt worden, etwa zurückbleibende Elektrizität zu unbeträchtlich ist, um in B eine entge-

gengesetzte Elektrizität zu erregen, da die der Platte A ursprünglich mitgetheilte Elektrizität, während der Versuch gemacht wird, nicht auf derselben vermehrt wird *).

Achtes Kapitel.

Von der Art der Elektrizität, die durch Schmelzen, Erwärmen, Erkälten und Verdampfen erregt wird.

Wenn Schwefel in einem irdenen Gefäße geschmelzt wird, und man dann das Ganze auf Leitern erkalten läßt, und nach der Erkaltung den Schwefel aus dem Gefäße herausnimmt, so wird man finden, daß er stark elektrisch geworden; dies ist im Gegentheile nicht der Fall, wenn er auf elektrischen Körpern erkaltet ist.

Wird der Schwefel in einem gläsernen Gefäße geschmolzen, und man läßt ihn darin erkalten, so wird sowohl der Schwefel als das Glas stark elektrisch, und zwar wird es das Glas positiv und der Schwefel negativ; auch geschieht dies, man möge nun das Ganze auf elektrischen Körpern oder auf Leitern erkalten lassen.

*) Wenn man dies Instrument noch genauer kennen lernen will, so sehe man Hube's vollständigen Unterricht in der Naturlehre, Theil I. S. 496 ff. der 2ten Ausgabe
T.

Wird geschmolzener Schwefel in ein Gefäß von gedörrtem Holz geschüttet, so bekömmt er die negative und das Holz die positive Elektrizität; wird er aber in Schwefel oder rauhes Glas geschüttet, so nimmt er keinen merklichen Grad von Elektrizität an.

Wird geschmolzener Schwefel in einen Becher von Metall geschüttet und man läßt ihn darin erkalten, so zeigt er, so lang er in dem Becher bleibt, keine Spur von Elektrizität. Wird er aber herausgenommen, so zeigt der Becher und der Schwefel eine starke Elektrizität, und zwar der letztere positive, der erstere aber negative. Wird darauf der Schwefel wieder in den Becher gethan, so verschwindet auch jede Spur von Elektrizität wieder; wird aber, während beide Substanzen getrennt sind, einer von beiden die Elektrizität entzogen, und beide dann wieder vereinigt, so besitzen nun beide die Art der Elektrizität, die nicht entzogen worden ist.

Wenn geschmolzenes Wachs in Glas oder Holz geschüttet wird, so bekömmt es die positive, das Glas oder das Holz aber, die negative Elektrizität. Siegellack aber wird, wenn es in ein Gefäß von Schwefel geschüttet wird, positiv elektrisch, und läßt den Schwefel negativ.

Wenn man frisch bereitete Chokolade in zinnerne Pfannen gießt und sie darinne erkalten läßt, so wird sie stark elektrisch. Wird sie aus den Pfannen herausgenommen, so behält sie diese Eigenschaft noch eine Zeit lang, verliert sie aber augenblicklich, sobald man sie angreift. Schmelzt man sie von neuen in einem eisernen Löffel und schüttet sie dann wie vorher in zinnerne Pfannen, so kann man dadurch ihre Kraft einmal bis zweimal erneuern, wird aber die Masse in dem Löffel sehr trocken und pulverartig, so kann man die Elektrizität durch bloßes Schmelzen nicht mehr in derselben erregen. Wird aber dann ein wenig Baumöl hinzugesetzt

und mit der Chokolade in dem Löffel gut vermischt, und sie dann wie vorher in zinnerne Pfannen geschüttet, so bekömmt sie dadurch ihre elektrische Kraft vollständig wieder, und behält sie auch eine beträchtliche Zeit lang *).

Die Eigenschaft durch bloßes Erwärmen oder Erkälten elektrisch zu werden, wurde zuerst an einem harten durchsichtigen Steine entdeckt, der Turmalin **) heißt, und die sie in vorzüglichem Grade besitzt. Er hat gewöhnlich eine dunkelrothe, oder purpurrothe oder braune Farbe, und wird selten größer als von der Größe einer kleinen wälschen Nuß angetroffen. Man findet ihn in verschiedenen Gegenden von Ostindien, und besonders auf der Insel Zeylon. Neuere Untersuchungen aber haben bewiesen, daß auch verschiedene andere Edelsteine und besonders der Brasilianische Smaragd, diese Eigenschaft im höheren oder geringeren Grade besitzen, und man muß daher die folgenden Eigenschaften, die man hauptsächlich an dem Turmalin beobachtet hat, auch als den meisten anderen Edelsteinen zukommend betrachten.

*) Harzige oder ölichte elektrische Körper behalten ihre elektrische Kraft, wenn sie einmal erregt worden, beträchtlich lange, und zuweilen verschiedene Tage; dann nimmt sie aber allmählig ab und verschwindet endlich ganz. Man kennt keinen elektrischen Körper, der seine elektrische Kraft so permanent behielte, wie der Magnet seine magnetische Kraft behält.

Wenn eine Stange von Glas oder von Schwefel, besonders von Siegellack, in zwei Stücke zerbrochen wird, so sind die Enden, welche zusammenstießen, gewöhnlich elektrisch, und zwar das eine negativ, das andere aber positiv. Die Ursache davon ist wahrscheinlich das Eindringen der Luft, wodurch eine schwache Reibung kann bewirkt werden.

**) Auch Aschenzieher, elektrischer Stangenschörl, zeylonischer Magnet, u. s. w.

1) Der Turmalin zeigt, so lang er in einerlei Temperatur erhalten wird, keine elektrischen Erscheinungen; er wird aber elektrisch, sowohl wenn man seine Wärme vermehrt oder vermindert, und wird es stärker, wenn das letztere, als wenn das erstere geschieht. Schon eine sehr geringe Veränderung der Temperatur ist oft hinreichend, die Wirkung hervorzubringen.

2) Seine Elektrizität zeigt sich nicht auf allen Punkten seiner Oberfläche, sondern blos an zwei einander entgegengesetzten Seiten derselben, die man daher seine Pole nennen kann, und die immer in gerader Linie mit dem Mittelpunkte des Steines und in der Richtung seiner Blätter oder Streifen liegen, in welcher Richtung er auch vollkommen undurchsichtig ist, da er in der anderen Richtung halb durchsichtig ist.

3) Während des Erwärmens ist eine der Seiten des Turmalins, die man A nennen kann, positiv, die andern aber, die man B nennen kann, negativ elektrisch. Erwärmt man daher die eine Seite des Steines, indem man die andere erkältet, so bekommen beide einerlei Elektrizität, oder wenn blos die eine Seite ihre Temperatur verändert, so zeigt sich auch nur diese Seite als elektrisch.

4) Wenn der Stein erwärmt wird und man läßt ihn wieder erkalten, ohne eine von seinen Seiten zu berühren, so wird, die ganze Zeit der Erwärmung und Abkühlung hindurch, A positiv und B negativ erscheinen.

5) Man kann diesen Stein, wie andere elektrische Körper, durch Reiben erregen und entweder die eine seiner Seiten oder auch beide positiv machen.

6) Wenn der Turmalin auf einem anderen isolirten Körper erwärmt oder erkältet wird, so wird dadurch dieser Körper eben sowohl elektrisch als der Stein; aber man wird finden, daß er die entgegengesetzte Elektrizität

von derjenigen hat, die in der auf ihm ruhenden Seite des Steins befindlich ist.

7) Man kann beim Erwärmen oder Erkälten des Turmalins die Elektrizität der einen Seite oder auch beider Seiten desselben, dadurch in die entgegengesetzte verwandeln, daß man ihn, während der Operation, mit anderen Substanzen, zum Beispiele mit der flachen Hand, oder einem Stück Metall u. s. w. berührt.

8) Diese Eigenschaften des Turmalins zeigen sich auch im luftleeren Raume, jedoch nicht so stark als in der freien Luft.

9) Wenn ein Turmalin in mehrere Stücken zerschnitten wird, so hat jedes Stück seinen positiven und seinen negativen Pol, welche Pole der positiven oder negativen Seite des Steines entsprechen, von dem das Stück genommen ist.

10) Wenn dieser Stein ganz mit einer elektrischen oder nicht leitenden Substanz, dergleichen Siegellack, Oel u. s. w. ist, bedeckt wird, so zeigt er doch meistens die nämlichen Eigenschaften noch, die er zeigt, wenn er unbedeckt ist.

11) Wird der Turmalin im Dunkeln erwärmt, so zeigt sich während des Erwärmens ein lebhaftes Licht auf ihm, und man kann, auch schon bei einem kleinen Grade von Aufmerksamkeit bei diesem Lichte unterscheiden, welche Seite des Steines positiv und welche negativ ist. Wenn der Stein stark erregt ist, so sieht man im Dunkeln ziemlich starke Flimmer von der positiven Seite desselben nach der negativen zu fahren.

12) Endlich hat man in Ansehung der elektrischen Eigenschaften des Turmalins gefunden, daß sie zuweilen durch die Wirkung eines starken Feuers beeinträchtiget, zuweilen aber verstärkt und zuweilen gar nicht verändert werden.

Die Verdampfung des Wassers und auch einiger anderen Flüssigkeiten, erregt ebenfalls Elektrizität, indem nämlich diejenigen Körper, von denen das Wasser auf diese Art geschieden worden, in einem negativen Zustand von Elektrizität zurückbleiben, welches anzeigt, daß durch die Verwandlung des Wassers in Dampf, die Kapacität desselben für die elektrische Flüssigkeit eben so vermehrt worden, wie dessen Kapacität Wärme zu enthalten vermehrt worden *). Ob aber gleich im allgemeinen die angegebene Wirkung erfolgt, so finden doch auch dabei zwei Ausnahmen statt, welche die Sache etwas schwierig und noch fernere Versuche und Untersuchungen nöthig machen.

Diese Ausnahmen sind folgende: 1) daß, wenn Wasser dadurch verdampft wird, daß man es mit rothglühenden Stücken von stark verrostetem Eisen in Berührung bringt, dasselbe das Eisen positiv elektrisch macht, da das Eisen im Gegentheile, wenn es nicht rostig ist, nach der Verdampfung des Wassers negativ elektrisch ist **) und zweytens: daß, wenn Wasser dadurch verdampft wird, daß man es in reines rothglühendes Glas, dergleichen das gewöhnliche grüne Bouteillenglas ist, schüttet, das Gefäß, oder das zurückbleibende Wasser positiv elektrisch wird.

Diese

*) Volta, der diese merkwürdige Entdeckung machte, beobachtete auch, daß die bloße Verbrennung von Kohlen, und auch das Aufbrausen von Eisenfeilspähnen und verdünnter Schwefelsäure, die nämliche Wirkung hervorbringt. Sie hat ihren Grund aller Wahrscheinlichkeit nach in der Verdunstung, welche mit Prozessen der Art verbunden ist.

**) Man sehe Jos. Gardenii Dissert. de Electrici ignis natura. pag. 124.

Diese merkwürdige Erzeugung von Elektrizität durch Verdampfung, wie auch die durch Verdichtung von Dampf, kann leicht auf folgende Art beobachtet werden:

Man stelle einen Becher von Metall oder eine Platte von Zinn, auf ein isolirtes Gestelle, und verbinde ein empfindliches Elektrometer mit demselben; in den Becher oder auf die Platte lege man eine oder zwei glühende Kohlen, und gieße dann mit einem Male ein wenig Wasser auf die Kohle oder die Kohlen; dadurch wird eine schnelle, mit einem starken zischenden Geräusche verbundene Verdunstung bewirkt, und das Elektrometer geht zugleich mit negativer Elektrizität auseinander.

Wenn der von starkkochendem Wasser häufig aufsteigende Dampf, unter einer ziemlich großen und isolirten Metallplatte aufgefangen wird, so wird diese Platte, durch die Verdichtung des Dampfes auf ihr, positiv elektrisirt, wie man sich leicht dadurch überzeugen kann, daß man blos ein empfindliches Elektrometer mit ihr verbindet.

Da vielerlei andere Substanzen auf wirklich glühende oder blos heiße und isolirte Kohlen geworfen wurden, zeigten die Kohlen u. s. w. entweder negative oder gar keine Elektrizität. Weingeist oder Aether auf diese Art behandelt, ließen die Kohlen negativ; fiengen aber, wenn die Kohlen heiß genug dazu waren, der Weingeist oder der Aether, Feuer, und brannten sie, wie sie gewöhnlich thun, so wurde keine Elektrizität erzeuget.

Neuntes Kapitel.

Von der atmosphärischen Elektrizität.

In dem merkwürdigen Jahre 1752 wurde die wichtige Entdeckung gemacht, daß der Blitz und die Elektrizität ihrem Wesen nach einerlei seyen, welches man vor diesem Jahre blos vermuthet hatte.

Die Aehnlichkeit des Blitzes mit der künstlichen Elektrizität, kann man nicht etwa blos in einigen wenigen Erscheinungen bemerken, sondern sie zeigt sich in allen zahlreichen Wirkungen des Blitzes und der Elektrizität, und man kennt keine einzelne Erscheinung des einen, die nicht auch durch die andere könnte hervorgebracht werden. Der Blitz zerstört Gebäude, Thiere, Bäume u. dergl. mehr. — Er geht durch die besten Leiter, die er auf seinem Wege findet, und wird er in seinem Laufe durch elektrische Körper oder unvollkommene Leiter gehemmt, so zerreißt und zerstreut er sie nach allen Richtungen. Er entzündet brennbare Körper; schmelzt Metalle; ein Blitzschlag stört oft die Kraft eines Magneten und giebt eisenhaltigen Substanzen Polarität: und alle diese Wirkungen können auch, nur in einem viel geringeren Grade, durch künstliche Elektrizität hervorgebracht werden. Aber außer dieser großen Aehnlichkeit zwischen den Wirkungen des Blitzes und der Elektrizität, wird die völlige Einerleiheit beider ohne Widerspruch dadurch erwiesen, daß man die Materie des Blitzes vermittelst isolirter metallischer Stäbe oder elektrischer Drachen, wirklich aus den Wolken auf die Erde herableiten, und damit alle bekannte elektrische Versuche machen kann.

Wolken eben sowohl als Regen, Schnee und Hagel, der aus ihnen herabfällt, und eben so auch Nebel sind fast immer elektrisch, öfterer aber negativ als positiv, und der von dem Donner begleitete Bliß ist eine Wirkung der Elektrizität, die, indem sie von einer oder mehreren stark elektrischen Wolken ausschießt, in eine andere Wolke oder auch auf Gegenstände auf der Erde fährt. In diesem Falle zieht sie die höchsten, die spitzigsten und solche Gegenstände anderen vor, welche die besten Leiter sind, und durch einen solchen Schlag bringt sie alle die bekannten schrecklichen Wirkungen hervor, die so oft den Bliß begleiten.

Die Luft ist in einiger Entfernung von Häusern, Bäumen, Schiffsmasten u. s. w. überhaupt fast immer positiv elektrisirt, besonders bei kalter, heller oder nebligter Witterung; wie aber die Luft, die Nebel und die Wolken elektrisch werden, ist bis jetzt noch nicht deutlich und mit völliger Gewißheit bekannt. Die wahrscheinlichste Meinung darüber ist diejenige, die sich auf die Wirkungen der Verdunstung wässeriger Flüssigkeiten und der Verdichtung von Dünsten stützet. — Ich will zuerst die zur Entdeckung dieser Elektrizität brauchbarsten Instrumente beschreiben; dann die vorzüglichsten Thatsachen, die man in Bezug auf die atmosphärische Elektrizität beobachtet hat, aufstellen, und zuletzt die wahrscheinlichste Erklärung derselben und die Vortheile angeben, die uns die Bekanntschaft mit diesem Gegenstande gewähren kann.

Mein in einer Flasche enthaltenes, bereits oben S. 392 beschriebenes Elektrometer, ist das zur Erreichung dieser Absicht beste und bequemste Instrument, dessen man sich auch auf Reisen am besten bedienen kann, denn wenn man dieses Elektrometer an seinem unteren Theile anfaßt, und es so in die freie Luft in die Höhe hält, daß es ein wenig über dem Kopfe steht, so wird das Ausein-

anderfahren des Elektrometers, wenn die Luft stark elektrisch oder voll Nebel ist, oder sich elektrische Wolken über dem Instrumente befinden, und selbst dann, wenn diese ein wenig über den Horizont sind, die Gegenwart von Elektrizität anzeigen, und ob diese positiv oder negativ sey, kann man dann leicht dadurch bestimmen, daß man dem Elektrometer eine erregte Stange Siegellack oder einen anderen elektrischen Körper nähert, indem in diesem Falle die Elektrizität des Elektrometers der der Wolken oder des Nebels entgegengesetzt ist. Wird aber das Elektrometer durch auf dasselbe fallenden Regen, oder Schnee, oder Hagel elektrisch gemacht, dann hat der Regen u. s. w. einerlei Elektrizität mit ihm, denn in dem letzteren Falle wird das Elektrometer durch Berührung elektrisirt, da es in dem ersteren durch die Einwirkung einer elektrischen Atmosphäre elektrisch gemacht wird *).

Wenn die Elektrizität der Luft nicht so stark ist, daß sie durch dieses Instrument könnte entdeckt werden, dann muß man ein Elektrometer höher hinauf in die Luft bringen. Hierzu habe ich mich eines höchst bequemen Instrumentes oder eines Luftelektrometers bedient, das ich hier näher beschreiben will.

AB, Fig. 18. Taf. XXIII. ist eine gemeine, aus mehreren Gliedern bestehende Angelruthe, an der jedoch das letzte oder dünneste Glied fehlt. Von dem Ende dieser Ruthe läuft eine dünne Glasröhre oder ein Glasstab C aus, die mit Siegellack überzogen und an ihrem Ende mit einem Korke D versehen ist, von welchem ein Korkkugelelektrometer E herabhängt. HGI ist ein gewöhnlicher Bindfaden der an der Ruthe bei A befestiget und bei G von einer kurzen Schnur FG gehalten wird. An dem Ende I des Bindfadens, ist eine Stecknа-

*) Man sehe weiter oben.

del oder ein spitziger Draht befestigt, der, wenn er in den Kork D gesteckt wird, das Elektrometer E unisolirt macht.

Will man nun mit diesem Instrumente die Elektrizität der Atmosphäre beobachten, so steckt man die Stecknadel I in den Kork D, faßt die Ruthe an ihrem unteren Ende A an, und hält sie zu einem Fenster in dem oberen Stockwerke eines Gebäudes heraus, in dem man das Ende derselben B mit dem Elektrometer so erhebt, daß es mit dem Horizont einen Winkel von ungefähr 50° bis 60 Grad macht. In dieser Lage muß man das Instrument einige Sekunden lang erhalten. Dann zieht man den Bindfaden bei H an, und macht dadurch die Stecknadel von dem Korke D los, wodurch der Bindfaden in die punktirte Lage HK fällt, und dadurch macht, daß das Elektrometer auf die der Elektrizität der Atmosphäre entgegengesetzte Art elektrisirt bleibt. — Darauf zieht man das Instrument in das Zimmer zurück und kann so die Beschaffenheit der Elektrizität untersuchen, ohne weder von dem Winde noch von der Dunkelheit im mindesten gehindert zu werden.

Will man die Elektrizität des Regens untersuchen, so kann man sich dazu eines Drahtstabes, oder auch eines Stabes bedienen, um welchen herum Drähte geflochten und dann mit Siegellack überzogen sind; dieser Stab wird in eine Glasröhre gekittet, bei der man ihn entweder beim Gebrauche mit der Hand halten, oder auch in einem Zimmer so befestigen kann, daß er ungefähr zwei oder drei Fuß in die freie Luft von dem Fenster ab hinausragt. Zu dem Ende muß entweder das Fenster bei jedesmaligem Gebrauche des Instrumentes geöffnet werden, oder der Stab muß durch ein hinlänglich großes Loch gesteckt werden. An dem Ende des Stabes, das in dem Zimmer ist, muß ein Elektrometer angebracht werden, da denn oft der Fall eintreten wird,

daß wenn es regnet und der Regen auf den außerhalb des Fensters befindlichen Theil des Stabes fällt, das an dem inneren Ende desselben befindliche Elektrometer elektrisirt wird.

Ein mit Draht umwundener, funfzehn bis sechzehn Fuß von dem Hause abstehender isolirter hölzerner Stab aber wird schon seiner Absicht in jeder Rücksicht entsprechen, denn man kann einen von diesem Stabe auslaufenden in das Zimmer gehenden Draht in demselben mit einem Elektrometer in Verbindung bringen, und auf diese Art sowohl die Intensität oder Stärke als auch die Beschaffenheit der Elektrizität beobachten. Indessen ist doch ein solcher Stab bei Gewittern höchst gefährlich. Um der Gefahr auszuweichen, muß man eine leitende Substanz mit dem Stabe verbinden, indem man in einer Entfernung von ungefähr zwei Zoll von demselben eine Messingkugel anbringt, und von ihr einen starken Draht in die Erde oder in einen Ziehbrunnen leitet, um wenn zufällig eine große Quantität von Elektrizität aus einer Wolke auf den Stab fallen sollte, dieselbe durch den Draht in die Erde zu leiten und so die Umstehenden gegen Verletzung zu sichern *).

Wenn die Elektrizität der Luft oder des Regens u. s. w. zu schwach ist, als daß man sie durch diese Instrumente entdecken könnte, dann kann man sich des Vervielfältigers in Verbindung mit einem derselben bedienen; oder man kann auch die Elektrizität der Atmosphäre vermittelst eines elektrischen Drachens entdecken, der nichts anders ist als ein gewöhnlicher Drache von

*) Ueber die Einrichtung eines solchen Stabes sehe man: Read's summarische Uebersicht der freiwilligen Elektrizität der Erde und der Atmosphäre. London, 1793. Der berühmte Beccaria brauchte eine zwischen zwei Häusern in der Atmosphäre ausgespannte lange Saite dazu.

Papier, wie ihn die Kinder als Spielwerk zu haben pflegen, nur mit dem Unterschied, daß durch die Schnur desselben ein dünner Draht läuft, um sie zu einem bessern Leiter zu machen. Jedoch muß auch das Papier des Drachens mit gesottenem Leinöl getränkt werden, um dasselbe gegen das Eindringen des Regens zu verwahren.

Ein Drache von ungefähr vier Fuß Länge, ist zu dieser Absicht der bequemste. Die Schnur ist der wesentlichste Theil dieses Apparates, denn je nachdem sie länger oder kürzer oder ein besserer oder schlechter Leiter ist, ist auch die durch sie abgeleitete Elektrizität stärker oder schwächer, und der Drache selbst dient blos die Schnur in der Atmosphäre in der Höhe zu erhalten. Nach einer Menge von Versuchen habe ich gefunden, daß man die beste Schnur erhält, wenn man einen unächten Goldfaden, (das ist: einen seidenen oder leinenen Faden, mit einem dünnen Kupferblättchen überzogen, wie sie zu unächten Stickereien gebraucht werden,) mit zwei sehr dünnen Fäden Bindfaden zusammendreht.

Wenn der Drache in der Luft fliegt, so muß der untere Theil der Schnur vermittelst einer ungefähr zwei oder drei Fuß langen seidenen Schnur oder einer Glasstange u. s. w. isolirt werden. Dann kann man nicht nur an dem unteren Ende derselben ein Elektrometer elektrisch machen, sondern auch Funken aus demselben ziehen, oder eine Leydner Flasche laden u. s. w. und zwar kann man dies in jeder Stunde des Tages oder der Nacht, und zu allen Jahreszeiten thun, und der Versuch wird selten mißlingen. Ich bitte aber den Leser zu merken und sich zu erinnern, daß ein solcher Drache, während eines Sturms und Gewitters ein gefährliches Instrument ist.

Nach den Versuchen ergiebt sich folgendes:

1) Daß zu allen Zeiten eine Quantität von Elektrizität in der Atmosphäre oder dem Luftkreis ist. Denn

so oft ich mich des oben beschriebenen Elektrometers an der Angelruthe unter freiem Himmel bediene, bekömmt es immer einige Elektrizität, die immer von einerlei Art, nämlich negativ ist, welches zeigt: daß die Elektrizität der Luft oder des Nebels, fast immer positiv ist, ausgenommen, wenn nahe an dem Zenith befindliche Wolken einen Einfluß auf das Instrument ausüben.

2) Daß man die stärkste Elektrizität in dicken Nebeln und bei Frostwetter beobachtet, die schwächste hingegen, wenn die Atmosphäre wolkig und die Witterung warm und zum Regen sehr geneigt ist. In der Nacht scheint sie nicht schwächer als am Tage zu seyn.

3) Daß in der Höhe die Elektrizität gewöhnlich stärker ist als an niedrigen Orten. So hab ich oft beobachtet, daß das Elektrometer stärker auf der eisernen als auf der steinernen Gallerie der Außenseite der Kuppel der St. Pauls Kirche divergirt.

4) Daß der Regen, der Schnee und der Hagel mehr oder weniger, aber fast allezeit elektrisirt ist, viel häufiger aber mit negativer als mit positiver Elektrizität.

Durch eine große Menge von Versuchen, die ich länger als zwei Jahre mit elektrischen Drachen gemacht habe, bin ich in den Stand gesetzt worden, die folgenden Resultate aufzustellen:

1) Die Luft ist zu allen Zeiten elektrisch und ihre Elektrizität ist allemal und beständig, am Tage wie in der Nacht, positiv und viel stärker bei Frostwetter als in warmer Witterung. Ich habe meine Versuche bei jedem Grade der Temperatur zwischen 15° und 80° gemacht.

2) Die Gegenwart von Wolken schwächt gewöhnlich die Elektrizität des Drachen; zuweilen hat sie gar keinen Einfluß darauf und selten verstärkt sie dieselbe.

3) Während eines Regens ist die Elektrizität des Drachen gewöhnlich negativ, selten positiv.

4) Das Nordlicht, (Aurora borealis), scheint keinen Einfluß auf die Elektrizität des Drachen zu haben.

5) Der aus der Schnur des Drachen, oder aus einem mit ihm verbundenen isolirten Leiter, besonders wenn es nicht regnet, gezogene Funke ist selten länger als einen Viertelszoll lang, aber er ist außerordentlich stechend, so daß derjenige, der den Versuch macht, die Wirkung davon oft in seinen Schenkeln fühlt, und er gleicht mehr dem Funken, den man aus einer elektrischen Flasche zieht, als dem, den man von dem ersten Leiter einer Elektrisirmaschine bekömmt.

6) Die durch die Schnur des Drachen abgeleitete Elektrizität, ist im Ganzen genommen stärker oder schwächer, je nachdem die Schnur länger oder kürzer ist, aber sie bleibt nicht in einem genauen Verhältnisse mit derselben. Zum Beispiele: die Elektrizität von einer Schnur, die hundert Ellen lang ist, kann den Zeiger eines Quadrantenelektrometers 20° heben, und wenn die Länge der Schnur verdoppelt wird, so steigt der Zeiger darum doch nicht höher als ungefähr auf 25°.

7) Wenn das Wetter feucht und die Elektrizität ziemlich stark ist, und man zieht einen Funken aus der Schnur, oder nähert ihr den Knopf einer belegten Flasche, so erhebt sich der Zeiger des Elektrometers mit einer außerordentlichen Schnelligkeit bis zu seinem gewöhnlichen Grade; bei trockner und warmer Witterung aber, steigt er außerordentlich langsam.

Nachdem man entdeckt hatte, daß die Elektrizität und die Materie des Blitzes eine und dieselbe Materie, und daß in der Atmosphäre beständig Elektrizität enthalten sey, versuchten mehrere Naturforscher auch einige andere atmosphärische und selbst auf der Erde sich ereignende Erscheinungen, der Einwirkung der Elektrizität zuzuschreiben. So haben verschiedene die Entzündungen in der Luft, die man Sternschnuppen zu nennen pflegt,

die Meteore, die Wasserhosen, die Orkane, die Wirbelwinde u. s. w. für elektrische Erscheinungen gehalten; allein davon hat man keine sicheren Beweise.

Das Nordlicht, scheint höchst wahrscheinlich eine elektrische Erscheinung zu seyn, und zwar aus folgenden zwei Gründen: erstlich, weil eine Magnetnadel zur Zeit eines starken Nordlichtes ein wenig gestört wird, und zweitens: weil das Nordlicht zum Theil durch künstliche Elektrizität kann nachgeahmt werden *).

Man nehme in dieser Absicht eine gläserne Flasche, die ungefähr die Gestalt und die Größe einer Florentiner Flasche hat, befestige an ihrem Halse einen Hahn oder eine Klappe, und mache sie vermittelst einer guten Luftpumpe so luftleer als möglich ist. Wird sie dann auf die Art gerieben, wie man elektrische Körper zu erregen pflegt, so wird sie inwendig leuchtend erscheinen, indem sie mit einem flackernden Lichte angefüllt seyn wird, welches völlig dem Nordlichte gleichet. Auch kann man diese Flasche leuchtend machen, wenn man sie an dem einen Ende hält und das andere Ende derselben an den ersten Leiter bringt. In diesem Falle erscheint augenblicklich die ganze Hohlung der Flasche mit Licht angefüllt, das man noch eine geraume Zeit, nachdem sie von dem ersten Leiter entfernt worden, und besonders

*) Das Nordlicht ist eine der gegenwärtigen Generation, wenigstens in ganz Europa wohl bekannte Erscheinung. Es ist ein verschwindendes flackerndes Licht, das aus einzelnen Blitzen besteht, die man in der Nacht aber zu gewissen Zeiten häufiger sieht als zu anderen. Sie fahren schnell von einem Theile des Himmels nach dem anderen, und sowohl ihre Intensität als auch ihre Schattirungen sind verschieden. Zuweilen sind diese Blitze, wenn sie stark sind, mit einer Art von knisterndem Geräusche verbunden, das man deutlich hören kann, wie ich mich dann selbst erinnere, es mehr als einmal gehört zu haben.

wenn man sie mit der Hand berührt, darinne blitzen sieht. Diese Wirkung kann leicht von der leitenden Beschaffenheit des luftleeren Raums und von der Ladung und Entladung des Glases hergeleitet werden.

Die wahrscheinlichste Art, die Elektrizität, die man beständig in der Atmosphäre wahrnimmt, und die mit den Wolken, den Nebeln, dem Regen und den Gewittern vergesellschaftet ist, zu erklären, ist die, daß man sie von der Verdunstung von Wasser und der Verdichtung von Dünsten herleitet. Denn obgleich die auf diese Art hervorgebrachte Elektrizität, bei dem ersten Anblick zu unbedeutend zu seyn scheint, so kann man doch, wenn man bedenkt, daß diese Prozesse sowohl auf der Oberfläche der Erde als auch in der Atmosphäre ununterbrochen fortgehen, leicht überzeugt werden, daß sie allerdings dazu hinreichend sind.

Wenn die Dünste von der Erde aufsteigen, so führen sie eine viel größere Quantität von elektrischer Flüssigkeit mit sich hinweg, als sie besaßen, da sie noch die Gestalt des Wassers hatten, und jene elektrische Flüssigkeit bekommen sie von der Erde. Wenn nun diese Dünste bei ihrem Aufsteigen in die Atmosphäre immer mehr verdünnt werden, so müssen sie, da ihnen keine Körper nahe sind, von welchen sie die elektrische Flüssigkeit bekommen könnten, die zur Befriedigung ihrer erhöhten Kapacität dafür erfoderlich ist, negativ elektrisch werden. Werden im Gegentheile diese Dünste verdichtet, so müssen sie, da ihre Kapacität für die elektrische Flüssigkeit vermindert wird, positiv elektrisch werden. Außerdem kann auch eine stark elektrische Wolke einer anderen an sie grenzenden Wolke leicht die entgegengesetzte Elektrizität mittheilen. Aus diesen Ursachen kann man sich leicht eine Menge von besonderen Anhäufungen von positiver oder negativer Elektrizität oder die Verwandlung der einen in die andere, und damit zugleich die die atmosphä-

rische Elektrizität betreffenden Erscheinungen, befriedigend erklären.

Einer der größten Vortheile, welche die Bekanntschaft mit diesem Zweige der Naturlehre dem menschlichen Geschlechte gewährt hat, ist, daß er uns gelehrt hat, Gebäude, Schiffe u. s. w. gegen die verderblichen Wirkungen des Blitzes zu sichern. Franklin war es, welcher den Vorschlag that, auf den Dächern der Gebäude eine eiserne Stange oder einen Draht von irgend einem Metalle aufzurichten, und ihn durch gute Leiter für Elektrizität, mit der Erde zu verbinden. Denn da der Blitz gewöhnlich in die höchsten Leiter schlägt und durch sie bis zur Erde fährt, so war es natürlich zu vermuthen, daß ein mit einem solchen Ableiter versehenes Gebäude, gegen die schädlichen Wirkungen des Blitzes werde gesichert werden. Dieser weise Vorschlag wurde allgemein angenommen und die Nützlichkeit desselben ist durch unzählbare Fälle, besonders in heißen Gegenden, welche den Gewittern häufiger ausgesetzt sind, bestätiget worden.

Die Nützlichkeit der Ableiter und ihre Kraft Gebäude gegen die Wirkungen des Blitzes zu sichern, ist auch wirklich allgemein anerkannt worden, aber über die beste Form dieser Ableiter und besonders über die Art, wie man sie müsse zulaufen lassen, ist viel gestritten worden. Gegen das Ausgehen derselben in eine Spitze hat man eingewendet, daß ein spitziger Körper die elektrische Flüssigkeit aus einer viel größeren Entfernung anziehen könne, als einer der sich stumpf endiget, daher er auch den Blitz leicht dahin leiten könne, wo er sonst nicht hingegen würde. Dagegen hat man erwiedert: daß obgleich eine Spitze die elektrische Flüssigkeit aus einer größeren Entfernung anzieht, sie dieselbe doch auch in einem Strome, also allmählig und nicht in voller Maße, wie ein Knopf thun würde, anziehe; dadurch aber werde

die Gewalt des Blitzes geschwächt, und der völlige Schlag könne in gewissen Fällen dadurch ganz abgewendet werden. — Einer großen Anzahl von Versuchen und von daraus abgeleiteten Schlüssen zu Folge aber scheint die beste Einrichtung solcher Ableiter folgende zu seyn *).

Ein Blitzableiter sollte aus einer Stange von Eisen oder einem anderen Metalle bestehen, ungefähr drei Viertel eines Zolles dick und an der Wand des Gebäudes nicht durch eiserne, sondern durch hölzerne Klammern befestigt seyn. Die Stange müßte ununterbrochen von dem Gibel des Gebäudes bis zur Erde herabgehen, oder wenn sie aus verschiedenen Stücken zusammengesetzt ist, so muß man sorgfältig darauf sehen, daß diese so vollkommen als möglich verbunden werden. Kann dieser Blitzableiter so angebracht werden, daß er ganz von dem Gebäude absteht und auf Stücken Holz oder hölzernen Pfosten, in einer Entfernung von einem oder zwei Fuß von der Wand, ruhen kann, so ist es schon für gewöhnliche Gebäude besser, noch mehr aber ist diese Einrichtung für Pulvermagazine, Pulvermühlen und alle solche Gebäude anzurathen, in welchen brennbare Materialien, die leicht Feuer fangen, aufbewahrt werden. Das obere Ende des Ableiters sollte in eine oder mehrere scharfe Spitzen auslaufen, die, wenn er von Eisen ist, vergoldet seyn müssen, um das Verrosten oder die Oxygenirung derselben zu verhüten. Dieses spitzige Ende muß über den höchsten Theil des Gebäudes, zum Beispiele über die Reihe der Schornsteine, an denen es auch befestiget werden kann, wenigstens fünf oder sechs Fuß hervorragen. Das untere Ende des Ableiters muß

*) Man sehe auch über die Ableiter überhaupt die philosophischen Transaktionen für 1777 und die zehn oder zwölf folgende Jahre; auch des Grafen Stanhope Grundsätze der Elektrizität, London 1779.

fünf oder sechs Fuß tief in die Erde geführt und von dem Grunde des Gebäudes entfernt werden, und noch besser ist es, wenn Wasser in der Nähe ist, daß es da hineingeleitet werde.

Für ein Gebäude von einer mäßigen Größe ist vielleicht ein Ableiter der Art hinreichend; ein großes Gebäude aber sollte deren zwei oder drei oder noch mehrere auf seinen von einander am weitesten abstehenden Theilen haben.

Auf Schiffen hat man sich oft einer Kette, weil sie sich leicht biegen läßt, als eines Ableiters bedient: allein da die Kette mehrmal durch den Blitz, wegen der Hemmung, welche die elektrische Flüssigkeit in ihrem Gange durch die Gelenke erfährt, wirklich zerrissen worden ist, so bedient man sich gegenwärtig häufiger eines Kupferdrahtes, der ungefähr den dritten Theil eines Zolles stark ist. Ein solcher Draht muß zwei oder drei Fuß über den höchsten Mast des Fahrzeugs empor stehen, längs dem Maste aber ununterbrochen bis zu dem Verdecke herablaufen, dann nach der Beschaffenheit der Oberfläche solcher Theile, die dazu am schicklichsten sind, gebogen werden, und an der Seite des Fahrzeugs ununterbrochen bis in das Wasser herabgehen.

Was die persönliche Sicherheit bei Gewittern betrifft, so ist Personen, die sich in Gebäuden befinden, die nicht mit Ableitern versehen sind, zu rathen, sich nicht in der Nähe von metallenen Dingen, dergleichen vergoldete Rahmen, Kaminen-Roste, Glockendrähte, eiserne Fenstergitter u. dgl. sind, aufhalten. Am sichersten ist man mitten in dem Zimmer, auf einem trockenen Stuhle oder Tische, oder auf trockenen Matratzen oder anderen isolirenden Substanzen. Sollte man auf freiem Felde von einem Gewitter überfallen werden, und sich weit von einem Gebäude befinden, so ist das beste, was man thun kann, daß man sich in die Nähe des höchsten Baumes

oder der höchsten Bäume begiebt, die man erreichen kann, ohne jedoch zu nahe an sie zu treten, so daß man ungefähr funfzehn oder zwanzig Fuß von ihren am weitesten abstehenden Aesten entfernt bleibt. Denn wenn der Blitz in einer solchen Gegend einschlägt, so wird er höchst wahrscheinlich eher auf die Bäume als auf einen viel niedrigeren Gegenstand fallen, und wird der Baum zersplittert, so ist man in der angegebenen Entfernung schon gesichert genug.

Zehntes Kapitel.

Von der thierischen Elektrizität.

Unter dieser Benennung werde ich blos von derjenigen Elektrizität sprechen, die von den Thieren selbst, als eine Folge ihrer besonderen Organisation hervorgebracht wird, nicht aber von derjenigen, welche dadurch erregt wird, daß man metallische Substanzen auf sie wirken läßt.

Man kennt bis jetzt drei Fische, die, so lange sie am Leben sind, die sonderbare Eigenschaft besitzen, Schläge und Erschütterungen zu verursachen, die denen ähnlich sind, die man durch künstliche Elektrizität bewirken kann, nämlich: den Zitterrochen (Raja Torpedo), den amerikanischen Zitteraal (Gymnotus electricus) und den Zitterwels (Silurus electricus) *). Sie gehören zu drei verschiedenen Ordnungen

*) Es gehört dahin auch noch: der Zitterstachelbauch,

von Fischen und die wenigen Stücke, die sie mit einander gemein zu haben scheinen, sind: die Kraft einen Schlag zu geben; ein in ihren Körpern befindliches Organ, welches das elektrische Organ genannt wird, und wahrscheinlich von diesen Thieren zur Ausübung jener Kraft gebraucht wird; eine glatte Haut ohne Schuppen und einige hie und da auf der Oberfläche ihrer Körper zerstreute Flecken *).

Der Zitterrochen, der, wie sein Name schon anzeigt, zu der Ordnung der Rochen gehört, ist ein platter Fisch, der selten zwanzig Zoll lang ist, wenn er ausgewachsen ist, nicht über einige Pfund wiegt, und ziemlich gemein in verschiedenen Gegenden der Küsten der europäischen Meere ist. Er hat zwei elektrische Organe oder Werkzeuge, die an den Seiten der Hirnschale und der Kiemen liegen, von da an bis zu den halbkreisförmigen Knorpeln der großen Seitenflossen sich erstrecken und der Länge nach von dem vorderen Ende des Thieres bis zu dem Querknorpel reichen, welcher Brust und Bauch von einander absondert. Innerhalb dieser Grenzen füllen sie den ganzen Raum des Thieres zwischen der oberen und unteren Oberfläche oder Haut aus, und sind mit der gemeinschaftlichen Haut des ganzen Körpers bedeckt, unter welcher jedoch noch zwei dünne Häute oder Bänder liegen. Die Länge eines jeden dieser beiden Organe beträgt etwas weniger als den dritten Theil der ganzen Länge des Thieres. Jedes besteht aus senkrechten Säulen, die von der unteren Oberfläche des Körpers bis zu

(Tetraodon electricus); und der indische Zitteraal, (Trichiurus electricus).

T.

*) Sie haben auch in ihren elektrischen Organen außerordentlich viele und große Nerven.

T.

der oberen reichen und in Ansehung ihrer Länge nach der Verschiedenheit des Umfanges des Fisches an verschiedenen Theilen verschieden sind. Nicht bei allen findet man gleich viele dieser Säulen, sondern sie sind bei verschiedenen Zitterrochen und nach der Verschiedenheit des Alters der Thiere verschieden, (indem sich nämlich ihre Anzahl mit dem Alter des Thieres vergrößert). Bei einem sehr großen Zitterrochen, fand man jedes elektrische Organ aus 1182 Säulen bestehend. Der größte Theil dieser Säulen besteht entweder aus unregelmäßigen Sechsecken oder unregelmäßigen Fünfecken; aber ihre Gestalt ist überhaupt keinesweges fest bestimmt. Im Durchmesser haben sie gewöhnlich den fünften Theil eines Zolles *).

Die beschriebenen elektrischen Organe scheinen die einzigen Theile des Thieres zu seyn, die bei der Ertheilung des elektrischen Schlages thätig sind, und der Rest des Körpers des Thieres scheint sich blos als Leiter dieses Schlages als den elektrischen Organen nahe liegende Theile zu verhalten **). Man hat auch in der That gefunden, daß dieses Thier ein Leiter für künstliche Elektrizität ist. Die beiden großen Seitenflossen, welche die

*) Wer eine noch genauere Beschreibung dieses Thieres zu haben wünscht, findet sie in Hunter's anatomischen Beobachtungen über den Zitterrochen im 63. Bande der philosoph. Transaktionen.

**) Die Art, wie die elektrische Flüssigkeit sich in jenen Organen zusammenhäuft oder erzeuget, ist noch keinesweges bekannt. Indessen wird der Inhalt des folgenden Kapitels wahrscheinlich viel Licht über diesen Gegenstand verbreiten.

(Wenn diese Organe ausgerissen werden, so leben die Thiere zwar fort, aber sie geben keine Erschütterung mehr, und eben dies ist auch der Fall, wenn nur die Hauptnerven derselben durchschnitten werden.)

T.

elektrischen Organe an den Seiten einfassen, sind die besten Leiter.

Wird der Zitterrochen, sowohl in als außer dem Wasser, wenn er nicht isolirt ist, nur mit einer Hand berührt, so theilt er ihr gewöhnlich nur eine zitternde Bewegung oder einen schwachen Schlag mit, der blos in den Fingern dieser Hand empfunden wird. Wird er zugleich mit zwei Händen berührt, indem die eine an die untere und die andere an die obere Fläche seines Körpers gelegt wird, so bekömmt man einen Schlag, der genau dem Schlage gleich ist, den eine Leydner Flasche verursacht. Berührt die Hand den Fisch an den einander entgegengesetzten Oberflächen desselben, und gerade über den elektrischen Organen, so ist der Schlag am stärksten; legt man aber die Hände auf andere entgegengesetzte Theile der Oberflächen, so sind die Schläge zuweilen schwächer, und gar keinen Schlag bekömmt man, wenn beide Hände auf die elektrischen Organe der nämlichen Oberfläche gelegt werden. Der letzte Umstand beweist, daß die oberen und die unteren Oberflächen der elektrischen Organe, entgegengesetzte Elektrizitäten haben, den den plus und minus Seiten der Leydner Flasche entsprechen. Auch wenn der Fisch mit beiden Händen auf einerlei Oberfläche berührt wird, und die Hände nicht genau auf die elektrischen Organe gelegt werden, bekömmt man noch immer einen, obgleich schwächeren Schlag. In diesem Falle aber scheint die entgeugegesetzte Kraft der anderen Oberfläche des Thieres über die Haut geleitet zu werden.

Der von dem Zitterrochen ausgehende Schlag ist noch viermal so stark, wenn er sich in der Luft befindet, als wenn er im Wasser ist, und wird er mit einer und derselben Hand auf beiden Oberflächen berührt, indem man den Daumen auf die eine, und den Mittelfinger auf die entgegengesetzte legt, so fühlt man den Schlag viel

stärker, als wenn man den Verbindungskreis durch beide Hände macht. Zuweilen giebt der Zitterroche die Schläge so schnell hintereinander, daß kaum zwei Sekunden zwischen zwei Schlägen vergehen, und wenn er statt eines starken bestimmten Schlages eine bloße Erstarrung mittheilt, so schreibt man diese Empfindung der Natur der Sache gemäß, der successiven und schnellen Entladung sehr vieler auf einander folgender Schläge zu.

Diese Kraft des Zitterrochens wird durch die nämlichen Substanzen abgeleitet, welche auch Leiter für die künstliche Elektrizität sind, und sie wird auch durch eben die Substanzen aufgefangen oder unterbrochen, die Nichtleiter für die Elektrizität sind. Wenn daher das Thier, anstatt unmittelbar mit den Händen berührt zu werden, mit nichtelektrischen Körpern, dergleichen Drähte, nasse Stricke u. s. w. sind, die der, welcher den Versuch macht, in der Hand hält, berührt wird, so theilt sich der Schlag durch dieselben der Hand mit. Der Verbindungskreis kann auch dadurch gemacht werden, daß sich mehrere Personen bei den Händen anfassen, da denn alle den Schlag zu gleicher Zeit empfinden. Steckt man, wenn sich das Thier im Wasser befindet, die Hände in das nämliche Wasser, so bekömmt man ebenfalls einen Schlag, welcher stärker ist, wenn man mit der einen Hand den Fisch berührt, und die andere in dem Wasser in einiger Entfernung von ihm hält. Kurz, der Schlag von diesem Thiere wird durch eben die Leiter geleitet, durch welche der Schlag der Leydner Flasche geleitet wird. So kann man ihn auch durch mehr als einen Verbindungskreis zugleich führen, oder dieser kann mehr erweitert werden u. s. w. In diesen Fällen wird jedoch der Schlag sehr geschwächt.

Wird der Verbindungskreis nur im geringsten unterbrochen, so kann der Schlag des Zitterrochens nicht hindurchgehen; daher kann er nicht durch eine Kette ge-

leitet werden, auch geht er nicht durch die Luft von einem Leiter zu dem anderen, selbst nicht, wenn auch die Entfernung noch nicht den zweihundertsten Theil eines Zolles beträgt, und folglich hat man auch noch keinen Funken bei ihm bemerket.

Der Zitterrochen hat noch niemals eine elektrische Anziehung oder Abstoßung bewirkt. Ueberhaupt hat dies keine Art der elektrischen Fische noch gethan, ob man gleich mehrere Versuche ausdrücklich in dieser Absicht mit ihnen angestellt hat.

Diese Schläge scheinen von der Willkühr des Zitterrochens abzuhängen, denn jede Anstrengung desselben dazu, ist mit einer Niederdrückung seiner Augen verbunden, und man kann sogar das Bestreben bemerken, den Schlag Nichtleitern zu geben. Es ist nicht bekannt, ob beide elektrische Organe immer zusammen wirken müssen, oder ob nur das eine derselben nach der Willkühr des Thieres in Thätigkeit gesetzt werden kann.

Fast alle diese Wirkungen des Zitterrochens, können auch durch eine große, schwachgeladene Batterie, nachgemacht werden *).

Der Zitteraal hat diesen Namen von seiner Aehnlichkeit mit dem gemeinen Aale erhalten, Er wird ziemlich häufig in den großen Flüssen von Südamerika angetroffen. Seine gewöhnliche Länge beträgt ungefähr drei Fuß, indessen versichert man, daß man sie auch so groß finde, daß sie im Stande seyen, einen Menschen durch ihren Schlag zu tödten. Man hat einige drei Fuß lange, ungefähr vor dreißig Jahren nach England gebracht, wo man viele Versuche mit ihnen gemacht hat.

*) Man sehe Walsch's Abhandlung in dem 63sten Bande der philos. Transaktionen.

Ein Zitteraal, der drei Fuß lang ist, hat gewöhnlich, da wo sein Körper am dicksten ist, zwischen zehn und vierzehn Zoll im Umfange. Da die elektrische Kraft desselben beträchtlich stärker ist, als die des Zitterrochens, so sind auch seine elektrischen Organe verhältnißmäßig beträchtlich größer; in der That ist auch der Theil seines Körpers, den er mit allen Fischen der nämlichen Ordnung gemein hat, beträchtlich kleiner, als derjenige, der die elektrische Kraft besitzt *), obgleich der letztere Nahrung und Thätigkeit oder Wirksamkeit von jenem Theile bekommen muß. Der Kopf des Zitteraales ist groß, breit, platt, glatt und mit verschiedenen kleinen Löchern versehen. Sein Mund ist ziemlich groß, aber es fehlen ihm die Zähne, daher er sich durch Saugen nährt, oder seine Nahrung ganz verschluckt. Die Augen sind klein, etwas flach; von blaulicher Farbe und stehen ein wenig hinter den Nasenlöchern. Der Körper ist groß, dick und vom Kopfe an einen ziemlich großen Theil rundlich und nimmt dann allmählig ab. Einige Zoll von dem Kopfe ab, ist der ganze Körper der Länge nach in vier Theile getheilt, die deutlich durch Linien von einander unterschieden sind. Die Carina fängt einige Zoll unter dem Kopfe an, wird immer weiter, und geht bis zu dem Schwanze, wo sie am dünnesten ist. Er hat zwei Brustflossen, und der After liegt an dem unteren Theile, aber noch vor diesen Flossen, und folglich nicht weit von der Mundöffnung.

Der Zitteraal hat zwei Paar elektrische Werkzeuge, von welchen das eine Paar größer ist als das andere, und sich fast nach der Länge des ganzen Körpers erstreckt.

*) Die erschütternden Werkzeuge betragen an Größe vielleicht mehr als ein Drittheil des ganzen Fisches.

Diese Werkzeuge werden durch besondere Membranen oder Häute von einander getrennt *).

Die Nerven, welche durch die elektrischen Werkzeuge gehen, sind sowohl bei dem Zitteraale als auch bei dem Zitterrochen viel größer als diejenigen, welche sich in den übrigen Theilen des Körpers befinden. Die Nerven der elektrischen Werkzeuge des Zitteraals, laufen von dem Rückenmarke aus, und kommen paarweise zwischen den Wirbeln des Rückgrats hervor.

Der Zitteraal besitzt alle elektrische Eigenschaften des Zitterrochens, aber in einem viel höheren Grade. Sein Schlag wird von den Leitern der Elektrizität geleitet und kann durch Wasser mitgetheilt werden u. s. w. Am stärksten ist der Schlag von ihm, wenn man ihn aus dem Wasser nimmt und die eine Hand in der Gegend des Schwanzes, und die andere in der Gegend des Kopfes auf seinen Körper legt. Auf diese Art bekam ich oft von einem Zitteraale Schläge, die ich nicht nur in meinen Armen, sondern auch sehr stark in meiner Brust fühlte. Wird das Thier blos mit einer Hand berührt, so fühlt man auch blos in derselben eine Art von Zittern, welches vollkommen demjenigen ähnlich ist, das der Zitterrochen verursacht, wenn er auf eben die Art berührt wird, nur daß es stärker ist.

Diese Kraft ist auch bei dem Zitteraale von der Willkühr des Thieres abhängig; daher giebt es zuweilen starke Schläge, zu anderer Zeit aber sehr schwache. Die stärksten Schläge giebt er dann, wenn er durch öfteres und starkes Betasten gereizt wird.

Thut man in das Wasser, in welchem sich der Zitteraal befindet, kleine Fische, so werden sie oft betäubt, und entweder wirklich oder doch scheinbar getödtet.

*) Man sehe Hunter's Nachricht von dem Zitteraale, in dem 65sten Bande der philos. Transaktionen.

Die stärksten Schläge, die ein in London befindlicher Zitteraal gab, giengen auch durch eine sehr kleine Unterbrechung des Verbindungskreises. Sie konnten durch eine kurze, so ausgespannte Kette, daß die Glieder derselben einander vollkommner berührten, fortgeleitet werden. Wurde die Unterbrechung eines leitenden Kreises dadurch bewirkt, daß mit einem Federmesser ein Einschnitt in einen auf Glas geklebten Streifen von Zinnfolie gemacht wurde, so gab der Schlag, indem er durch diese Unterbrechung gieng, einen kleinen aber lebhaften Funken, den man in einem dunklen Zimmer deutlich sehen konnte.

Dieses Thier hatte auch noch die besondere Eigenschaft, daß es wußte, wenn es einen Schlag geben und wenn es keinen geben konnte, denn wenn Nichtleiter oder unterbrochene Verbindungskreise in das Wasser gelegt wurden, so wollte er sich denselben nicht nähern; sobald aber der Kreis vollständig gemacht wurde, näherte er sich den Endpunkten desselben und gab augenblicklich den Schlag.

Den dritten Fisch, von dem man weiß, daß er die Kraft hat, einen Schlag zu geben, findet man in den Flüssen von Afrika, aber seine Eigenschaften sind uns nur unvollständig bekannt *).

Dieses Thier gehört zu der Ordnung, welcher die Naturkündiger den Namen Wels (Silurus) gegeben haben, daher es auch der Zitterwels (Silurus electricus) genannt wird. Man hat einige gefunden, die mehr als zwanzig Zoll lang waren.

*) Adanson und Forskal geben eine kurze Nachricht von ihm, und Brusonet beschreibt ihn in der Geschichte der königl. Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1782 unter dem Namen des Zitterers.

Der Körper des Zitterwels ist länglich, glatt und ohne Schuppen, und an seinem vorderen Theile ist er breiter und flacher. Die Augen sind von mittlerer Größe und mit einer Haut bedeckt, die den ganzen Kopf einhüllt. Jeder Kiefer ist mit einer großen Anzahl kleiner Zähne bewaffnet. An dem Munde stehen sechs Bartfasern, nämlich vier an der Unterlippe und zwei an der oberen; die beiden äußeren, oder die am weitesten von dem Munde an der Oberlippe stehenden, sind die längsten. Die Farbe des Körpers ist grau, und nach dem Schwanze zu, hat er einige schwärzliche Flecken.

Sein elektrisches Organ, scheint gegen den Schwanz hin zu liegen, wo die Haut dicker als an dem übrigen Körper ist, und unter ihr sieht man eine weiße faserige Substanz, welche wahrscheinlich das elektrische Organ ist.

Man versichert, daß der Zitterwels die Eigenschaft habe, wie der Zitterrochen, einen Schlag zu geben oder eine Erstarrung zu bewirken, und daß dieser Schlag durch Substanzen mitgetheilt werde, welche Leiter für die Elektrizität sind. Nähere Umstände aber sind in Ansehung seiner nicht bekannt.

Die Natur scheint diese Fische darum mit der sonderbaren Kraft einen Schlag geben zu können, ausgerüstet zu haben, daß sie dadurch in den Stand gesetzt werden, sich ihre Nahrung sichern zu können, und auch vielleicht um größere Thiere, denen sie sonst zur Beute werden könnten, dadurch von sich abzuhalten.

Die Alten glaubten, durch die Schläge des Zitterrochens mancherlei Krankheiten heilen zu können, und neuere Naturkundiger werden ihnen nicht widersprechen, da man gefunden hat, daß die Elektrizität in verschiedenen Fällen ein wohlthätiges Heilmittel ist.

Endlich hat der Schiffslieutenant Paterson noch einen vierten elektrischen Fisch an der Küste der Insel St. Juan, einer von den Komorren, im 12° 13′ südli-

cher Breite gefunden, von welchem in dem 76sten Bande der philos. Transaktionen, folgende unvollständige Nachricht gegeben wird.

„Der Fisch ist 7 Zoll lang und $2\frac{1}{2}$ Zoll breit, hat ein he vorstehendes Maul und scheint zu dem Geschlechte der Stachelbäuche zu gehören. Sein Rücken hat eine dunkelbraune Farbe, der Bauch ist meergrün, die Seiten gelb und die Flossen und der Schwanz röthlich grün. Der Leib ist mit rothen, grünen und weißen Flecken übersäet, von welchen die letztern sehr glänzend sind. Die Augen sind weit offen, die Iris derselben ist roth, und ihre äußeren Ränder sind gelb.

So lang dieser Fisch lebendig ist, giebt er dem, der ihn zwischen den Händen hält, starke Schläge. In der Nachricht wird blos dreier Personen erwähnt, die diese Erfahrung sollen gemacht haben, aber man hatte keine Gelegenheit fernere Versuche mit demselben anstellen zu können.

Elftes Kapitel.

Von dem Galvanismus.

Im Jahre 1791 wurde der gelehrten Welt eine von dem Doktor Galvani zu Bologna gemachte merkwürdige Entdeckung durch eine Schrift bekannt gemacht, die den Titel führte: Aloysii Galvani Abhandlung von den Kräften der Elektrizität auf die Bewegung der Muskeln. Bologna 1791.

Galvani machte seine Entdeckungen besonders an todten Fröschen. Zuerst entdeckte er, daß die Muskeln eines todten und abgezogenen Frosches, selbst durch sehr kleine Quantitäten von Elektrizität in Bewegung gesetzt werden können.

Zweitens beobachtete er: daß auch ohne alle vorhandene Elektrizität doch die nämlichen Bewegungen in dem todten Frosche und selbst in einem einzelnen, von dem Körper getrennten Gliede desselben, blos dadurch können hervorgebracht werden, daß man mit Substanzen, welche Leiter für die Elektrizität sind, eine Verbindung zwischen den Nerven und den Muskeln bewirkt. Wenn der Verbindungskreis aus Nichtleitern besteht, dergleichen Glas, Siegellack und dergleichen sind, so erfolgt keine Bewegung. — Eben dergleichen Versuche wurden nun auch mit dem nämlichen Erfolge an anderen Thieren gemacht, und da die Kraft in den thierischen Theilen befindlich zu seyn schien, so wurden diese Versuche, oder vielmehr die Kraft, welche bei ihnen die Bewegung der Muskeln hervorbringt, **thierische Elektrizität** genannt. Da es aber gegenwärtig entschieden ist, daß durch die bloße Berührung metallischer und anderer leitender Substanzen einige Elektrizität erzeugt wird *), so ist es einleuchtend, daß die bei den erwähnten Versuchen statt findende Bewegung der Muskeln, durch diese Elektrizität hervorgebracht wird. Ich habe daher der Benennung: **thierische Elektrizität** blos die eingeschränkte Bedeutung gegeben, daß sie die Kraft von Fischen bezeichnet, die einen Schlag u. s. w. geben, und die in dem vorhergehenden Kapitel sind beschrieben worden, und ich werde daher, wenigstens für jetzt, die Elektrizität, welche durch die Berührung oder die Wir-

*) Man sehe: **Bennet's** neue Versuche über Elektrizität 1789.

kung metallischer und anderer leitender Substanzen auf einander hervorgebracht wird, unter dem Titel des Galvanismus untersuchen. — In dieser Absicht werde ich zuvörderst die vornehmsten Thatsachen, die einen Bezug auf die erwähnte Bewegung der Muskeln haben, kurz beschreiben und dann zu denen übergehen, welche die wunderbaren Wirkungen betreffen, die durch die bloße Berührung oder Einwirkung einer Substanz auf eine andere, unter denen die metallischen Substanzen am augenscheinlichsten wirken, hervorgebracht werden.

Die Einwirkung der Elektrizität auf einen eben erst getödteten und abgezogenen Frosch, verursacht eine zitternde Bewegung der Muskeln und gewöhnlich eine Ausdehnung der Glieder — und diese Wirkung erfolgt in der That auch bei anderen Thieren stärker oder schwächer.

Galvani pflegte die Schenkel eines frisch getödteten Frosches abzuziehen und sie an einem kleinen Theile des Rückgrats hängen zu lassen, der von den übrigen Theilen des Körpers getrennt wurde. — Auf gleiche Art kann man jedes andere Glied präpariren; man zieht nämlich seine Bedeckungen ab und entblößt zum Theil den zu demselben gehörigen Nerven.

Wenn die auf eine solche Weise präparirten Glieder, zum Beispiele, die Schenkel eines Frosches, in eine solche Lage gebracht werden, daß ein wenig Elektrizität durch sie gehen kann, dies geschehe nun vermittelst der unmittelbaren Berührung eines elektrischen Körpers, oder durch die Einwirkung elektrischer Atmosphären, (zum Beispiele, wenn das Präparat in einer gewissen Entfernung von einer Elektrisirmaschine befindlich ist, und aus dem ersten Leiter derselben ein Funken gezogen wird): so wird das präparirte Glied augenblicklich krampfhaft zusammengezogen, und dies zuweilen so stark, daß es ziemlich weit fortgeschnellt wird.

Wenn man die Elektrizität durch unmittelbare Berührung des elektrischen Körpers durch den präparirten Frosch gehen läßt, so ist schon eine viel geringere Quantität derselben hinreichend, die Bewegung hervorzubringen, als wenn man sie in einer gewissen Entfernung von dem präparirten Thiere von einem Leiter zu einem anderen gehen läßt *).

Die Bewegungen sind viel stärker, wenn man die Elektrizität durch einen Nerven zu dem Muskel oder den Muskeln übergehen läßt, als wenn man sie durch einen anderen Theil dahin leitet.

Die Reizbarkeit des präparirten Thieres ist gleich Anfangs am stärksten, sie wird aber nach und nach schwächer, und verschwindet endlich ganz. Thiere mit kaltem Blute und besonders Frösche, behalten diese Reizbarkeit verschiedene Stunden lang, und selbst zuweilen einen oder zwei Tage. Bei anderen Thieren dauert sie nicht lang nach dem Tod, und zuweilen nicht über wenige Minuten.

Eben dieselben Bewegungen können auch ohne die Mitwirkung von sichtbarer Elektrizität bei dem präparirten Thiere hervorgebracht werden. Man mache von einem frischgetödteten Thiere, das Ende eines Nerven von den ihn umgebenden Theilen los, sehe sich jedoch dabei vor, daß man ihn nicht zu nahe bei seinem Eintritt in den Muskel durchschneide; entferne die Bedeckungen von denen Muskeln, die von diesem Nerven abhängen, und nehme ein Stück Metall, etwa einen Draht, und berühre mit dem einen Ende desselben den Nerven und mit dem andern die Muskeln, so wird man finden,

*) Wahrscheinlich ist schon der hundertste Theil derjenigen Elektrizität, die ein sehr empfindliches Elektrometer anzugreifen im Stande ist, hinreichend, die Bewegung eines präparirten Gliedes und selbst eines ganzen Frosches oder einer Maus oder eines Sperlings u. s. w. zu bewirken.

daß sich die präparirten Glieder eben so bewegen, als wenn man Elektrizität durch sie hätte gehen lassen. Dies ist indessen nicht die wirksamste Art die Verbindung zu bewerkstelligen, sie wird aber gewöhnlich gelingen und der Versuch der Erwartung entsprechen, das Präparat mag nun auf Leiter oder auf elektrische Körper gelegt werden.

Wird die Verbindung zwischen dem Nerven und dem Muskel durch Nichtleiter gemacht, etwa durch Glas, Siegellack u. s. w., so erfolgt keine Bewegung.

Läßt man das Metall oder die Metalle auf den Theilen liegen, so hören die Zusammenziehungen nach einer gewissen Zeit auf, und wenn man dann das Metall hinwegnimmt, bemerkt man nie oder doch selten noch dergleichen.

Die leitende Verbindung zwischen dem Muskel und dem Nerven, kann aus einem oder mehreren Stücken eines und desselben, besser aber, verschiedener zusammen verbundener Körper bestehen, dergleichen Metalle, Wasser, mehrere Personen, und selbst Holz, der Boden eines Zimmers u. s. w. sind *). Es muß jedoch hierbei bemerkt werden, daß weniger vollkommene Leiter blos anfänglich ihrer Absicht entsprechen, wenn das präparirte Thier noch frisch ist. Fangen aber die Lebenskräfte an abzunehmen, so wirken nur noch die vollkommenen Leiter, und selbst die Wirkungen dieser sind veränderlich.

Die wirksamste Art dergleichen Bewegungen bei präparirten Thieren hervorzubringen ist, sich zweier Metalle dazu zu bedienen. Silber und Zink scheinen, im ganzen genommen, unter allen die wirksamsten zu seyn, obgleich Silber und Zinn, oder Kupfer und Zink und andere Verbindungen nicht sehr viel unwirksamer sind.

*) Die verschiedenen Körper, welche diesen Verbindungskreis machen, müssen in voller und vollkommner Berührung mit einander seyn, welches dadurch bewirkt wird, daß man sie zusammenpreßt oder Wasser zwischen sie bringt u. s. w.

Wenn ein Theil des an dem präparirten Gliede hervorstehenden Nerven mit Zinnfolie umwickelt oder auch blos auf Zink gelegt wird, und man legt ein Stück Silber mit dem einen Ende auf den entblößten Muskel und mit dem anderen auf die Zinnfolie oder den Zink, so äußert sich die Bewegung des präparirten Gliedes sehr stark. Dies geschieht auch, wenn die beiden Metalle nicht so gelegt werden, daß sie das Präparat berühren, sondern wenn man sie an irgend einem anderen Theile des Verbindungskreises anbringt, den man vermittelst anderer Leiter, zum Beispiele des Wassers u. s. w. machen kann.

Das zu diesem Versuche zweckmäßigste Präparat, wird auf folgende Art zubereitet.

Man trenne mit einer Scheere den Kopf und die oberen Theile eines Frosches von dem Reste seines Körpers, und öffne die Bedeckungen der Muskeln und des Unterleibes, und nehme aus diesem die Eingeweide heraus, wodurch die Schenkelnerven entblößt werden. Dann fahre man mit dem einen Blatte der Scheere unter den Nerven, und schneide das Rückgrat und das Fleisch dicht über den Schenkeln weg, so daß diese noch blos durch die Nerven mit dem noch übrigen Theile des Rückgrats zusammenhängen, welches nur ein kleiner Theil seyn muß. So hängen dann blos die unteren Gliedmaßen GH, Fig. 1. Taf. XXIV. des Frosches, vermittelst der Schenkelnerven C, D, an dem Stückchen Rückgrat AB, die Schenkel müssen abgezogen werden, damit die Muskeln blos liegen, und um den Theil des Rückgrats AB, muß ein Stückchen Zinnfolie gewickelt werden. — Mit einem solchen Präparate kann der Versuch auf verschiedene Arten gemacht werden, von denen folgende zwei die besten sind.

Man halte das Präparat an der äußersten Spitze des einen Schenkels so, daß der andere mit dem auf ihm liegenden bewaffneten Nerven und dem Rückgrate

abwärts hängt. In dieser Lage bringe man ein Stück Silbergeld, etwa eine halbe Krone zwischen den herabhängenden Schenkel und die Nerven, so daß es mit der einen Fläche den Schenkel und mit der anderen, oder auch mit dem Rande, die metallische Belegung der Nerven berührt, so wird man finden, daß der herabhängende Schenkel sehr starke Schwingungen und zuweilen so starke machen wird, daß er an die Hand, die den anderen Schenkel hält, anschlägt.

Oder, man stelle zwei mit Wasser angefüllte Weingläser nahe an einander, jedoch so, daß sie sich nicht wirklich berühren. Dann stecke man die Schenkel und Beine des Präparats in das Wasser des einen Glases, und lege die Nerven so über die Ränder beider Gläser, daß das mit Zinnfolie belegte Stückchen Rückgrat das Wasser des anderen Glases berührt. Macht man nun zwischen dem Wasser der beiden Gläser eine Verbindung durch Silber, oder dadurch, daß man die Finger der einen Hand in das Wasser des Glases steckt, in welchem die Schenkel liegen, und in der anderen Hand ein Stück Silber hält und damit die Bekleidung des Nerven berührt, so wird man finden, daß sich die präparirten Schenkel so stark bewegen werden, daß sie zuweilen beinahe aus dem Glase herausspringen.

Auch bei einem völlig lebendigen Frosche und auch bei einigen anderen lebenden Thieren, besonders bei Aalen und Butten oder Schollen, können dergleichen Bewegungen erregt werden, wenn man sie mit verschiedenen metallischen Substanzen waffnet und eine Verbindung unter denselben bewirkt. Der lebendige Frosch wird nämlich auf ein Stück Zink gelegt, nachdem man vorher einen Streifen von Zinnfolie auf seinen Rücken geklebt hat. Wird dann zwischen dem Zinke und der Zinnfolie ein Verbindungskreis bewirkt, so werden, besonders wenn man sich des Silbers dazu bedient, die

krampfhaften Bewegungen nicht nur in den Muskeln, welche die metallischen Substanzen berühren, sondern auch in den ihnen nahe liegenden erreget. Diesen Versuch kann man ganz unter dem Wasser machen.

Auch mit einer Butte oder Scholle, kann man ihn auf eine ähnliche eben so leichte und unblutige Art machen. Man nehme eine lebendige Scholle, wische sie trocken ab, und lege sie flach in eine zinnerne Schüssel, oder auf Zinnfolie, und auf den Fisch lege man ein Stück Silbergeld. Dann mache man vermittelst eines Stücks Metall den Verbindungskreis zwischen der zinnernen Schüssel oder der Zinnfolie und dem Geldstücke, so wird das Thier sichtbare Zeichen davon geben, daß es dadurch angegriffen wird. Der Fisch kann nach dem Versuche wieder in das Wasser gesetzt und zu fernerem Gebrauche aufbewahrt werden.

Es scheint, daß bei allen Thieren dergleichen Bewegungen durch die Berührung metallischer Substanzen können erregt werden, wenigstens sind sie in verschiedenen Graden, bei sehr verschiedenen Thieren, von dem Ochsen bis zur Fliege, gelungen.

Auch der menschliche Körper wird, wenn während gewisser chirurgischer Operationen, oder auf abgenommene Glieder Metalle angebracht werden, in Zuckungen versetzt. Allein der lebende thierische Körper kann auch auf eine sehr unschädliche Art für diese Art des Metallreizes empfindlich gemacht werden, und sowohl der Sinn des Geschmacks als auch des Gesichtes wird von ihm, obgleich nach der Verschiedenheit der Leibeskonstitutionen in verschiedenen Graden, angegriffen.

Man lasse einem Menschen ein Stück Metall auf seine Zunge, und ein Stück von einem anderen Metalle unter dieselbe legen, und stelle dann zwischen diesen beiden Metallstücken dadurch, daß man entweder ihre außer dem Munde befindlichen Enden in Berührung bringt,

oder daß man ein anderes Stück Metall zwischen sie einschiebt, eine Verbindung her, so wird er eine ganz besondere Empfindung, eine Art von Reiz bekommen, die mit einem Gefühl von einem kühlen und säuerlichen Geschmacke verbunden ist, der dem, der durch künstliche Elektrizität erregt wird, zwar nicht ganz vollkommen gleich, aber doch auch nicht sehr von ihm verschieden ist. Die Metalle, mit welchen dieser Versuch am besten gelingt, sind Silber und Zink, oder Gold und Zink. Die Empfindung scheint deutlicher zu seyn, wenn die Metalle die gewöhnliche Temperatur der Zunge haben. Wenn man das Gold oder Silber an einen anderen Theil des Mundes, oder an die Nase, an das Ohr, oder einen anderen empfindlichen Theil des Körpers hält, indessen der Zink auf der Zunge liegt, und dann die Verbindung zwischen den beiden Metallen bewirkt, so empfindet man den Geschmack auf der Zunge. Die Wirkung ist viel merklicher, wenn der Zink die Zunge an einem kleinen Theile, das Silber aber einen großen Theil ihrer Oberfläche berührt, als wenn der Fall umgekehrt ist. Anstatt die Metalle auf die Zunge zu legen, kann man sie auch an dem Gaumen und zwar innerhalb des Mundes so weit zurück als möglich, anbringen, und es erfolgt ebenfalls nach bewirkter Verbindung der Geschmack oder der Reiz.

Nicht alle Personen werden gleichstark durch diese Art der Anwendung der Metalle angegriffen. Bei einigen ist die Empfindung oder der Geschmack so schwach, daß sie ihn kaum bemerken, indeß beides bei anderen sehr stark und selbst unangenehm ist. Einige fühlen nur ein Stechen, nicht aber einen eigentlichen Geschmack.

Um den Sinn des Gesichtes durch Metalle anzugreifen, lasse man einen Menschen im Dunkeln einen Streifen von Zinnfolie auf den einen seiner Augäpfel kleben und in seinen Mund ein Stück Silber, wie ein Löffel oder dergleichen ist, nehmen, so wird, wenn man die

Verbindung zwischen dem Löffel und der Zinnfolie macht, ein schwacher Blitz von einem weißen Lichte vor seinen Augen erscheinen. Man kann diesen Versuch auch auf eine bequemere Art so anstellen: daß man zwischen die Oberlippe und das Zahnfleisch so hoch als möglich hinauf ein Stück Zink steckt und auf die Zunge eine Silbermünze legt, oder auch ein Stück Silber so hoch hinauf in die Nase schiebt als man kann, und ein Stück Zink mit dem oberen Theile der Zunge in Berührung bringt; denn in beiden Fällen wird, wenn die beiden Metalle entweder durch die unmittelbare Berührung ihrer Endpunkte, oder durch die Einschiebung anderer guter Leiter, mit einander in Verbindung gebracht werden, der Lichtblitz erscheinen.

Wird die Berührung der beiden Metalle unterhalten, so erfolgt keine neue Lichterscheinung, indem dieses blos in dem Augenblicke des Berührens, und zuweilen, aber selten, in dem Augenblicke der Trennung erfolgt.

Man kann es daher nach Gefallen wieder erscheinen lassen, wenn man die beiden Metalle trennt und dann wieder mit einander vereinigt. Wenn die Augen entzündet sind, sieht man ein viel stärkeres Licht.

So lange man nur die erwähnten Thatsachen kannte, blieb es in Bezug auf die Elektrizität zweifelhaft, ob die erwähnten Erschütterungen präparirter thierischer Theile und der Reiz, der durch die Anwendung metallischer Substanzen erregt wird, einer den thierischen Theilen besonders zukommenden Eigenschaft, die vielleicht durch die Metalle von einem Theile zu dem anderen übergeleitet werden könnte, oder einer kleinen Quantität von Elektrizität, welche von den Metallen selbst könnte abgegeben werden, müßten zugeschrieben werden. Indessen wurde doch die letztere Vermuthung durch die Resultate mehrerer Versuche als die richtige bestätiget, indem diese Versuche auf die überzeugendste Art beweisen, daß Elek-

trizität durch die bloße Berührung nicht nur metallischer Substanzen, sondern auch anderer Körper erregt wird.

Die durch bloße Berührung zweier Körper hervorgebrachte Elektrizität, ist indessen so sehr schwach, daß sie nicht ohne große Sorgfalt und ohne die Anwendung der zur Entdeckung kleiner Quantitäten von Elektrizität weiter angegebenen Kunstgriffe, kann wahrgenommen werden. Allein die neuerlich von Volta gemachten sinnreichen Entdeckungen, haben gezeigt, wie man diese Elektrizität bis zu einem höchst außerordentlichen Grade verstärken kann *). Durch diese Entdeckung hat die Wissenschaft der Elektrizität einen sehr merkwürdigen Fortschritt gemacht, und es ist den Physikern ein von Wundern reichhaltiges Feld geöffnet worden, auf dem sie täglich nützliche und bewundernswürdige Entdeckungen machen können. —

Ich will nun in der Aufzählung dieser Thatsachen fortfahren, und dies in einer so gedrängten Kürze zu thun versuchen, als es die Natur des Gegenstandes erlaubt, und es mit der nöthigen Deutlichkeit bestehen kann.

Durch die angegebenen Entdeckungen von Galvani und anderen, ist es hinlänglich bewiesen, daß metallische Substanzen auf die Organe lebendiger oder eben erst getödteter thierischer Körper wirken; ehe aber noch diese Entdeckungen gemacht wurden, zeigten schon eine Menge von oft behaupteten, aber unvollkommen bekannten und oft widersprochenen Thatsachen an, daß eine Verbindung metallischer Körper in gewissen Fällen eine ganz besondere Wirkung hervorbringe.

So hatte man schon lange behauptet, daß, wenn man Bier, oder auch einige andere Flüssigkeiten, aus

*) Man sehe seine Abhandlung in den philos. Transaktionen von 1800. Art. XVII.

einem zinnernen Kruge trinke, sie einen ganz anderen Geschmack hätten, als wenn sie aus gläsernen oder irdenen Gefäßen getrunken würden.

Man hatte ferner beobachtet, daß reines Quecksilber seinen metallischen Glanz eine lange Zeit behält, daß es aber mit anderen Metallen amalgamirt, bald den Glanz verliert und oxydirt wird.

Die in reines Blei eingegrabenen hetrurischen Inschriften, haben sich bis auf unsere Zeiten erhalten, da im Gegentheil einige aus Blei und Zinn bestehende Münzen, die nicht sehr alt sind, sehr zerfressen sind. — Kunstwerke oder andere Werke von Metall, deren Theile durch andere Metalle zusammengelöthet worden, verlieren an den Stellen, wo sich die verschiedenen Metalle vereinigen, bald den Glanz.

Wenn die Kupferbelegung der Schiffe mit eisernen Nägeln befestigt wird, so werden diese und ganz besonders das Kupfer an den Stellen, wo sich beide berühren, leicht angefressen *).

Man hatte endlich beobachtet, daß man ein Stück Zink eine beträchtliche Zeit lang in Wasser könne liegen lassen, ohne daß es nur im geringsten oxydirt werde, daß aber die Oxydirung bald erfolge, wenn den in dem Wasser liegenden Zink, ein Stück Silber berührt.

Seit Galvani's Entdeckungen nun, ist die Wirkung, die man von der Verbindung von drei Leitern entstehen sieht, besonders von Volta mit großer Sorgfalt und glücklichem Erfolge untersucht worden. Dieser fand dann, daß die schwache Wirkung, die eine Verbindung der Art hervorbringt, außerordentlich dadurch verstärkt werden kann, daß man mehrere zusammensetzet.

*) Man sehe Fabronis Abhandlung über die Wirkung verschiedener Metalle auf einander, in Nicholson's Journal, in dem vierten Stücke.

Wenn, zum Beispiele, eine Verbindung von Silber, Zink und Wasser, eine gewisse Wirkung hervorbringt, so kann diese dadurch verstärkt werden, daß man eine zweite Verbindung, also noch ein Stück Silber, ein Stück Zink und eine Quantität Wasser, zu der ersteren setzet, so daß also der Zusatz einer dritten Verbindung die Wirkung noch mehr verstärken muß u. s. f. *).

Ehe ich aber zur Beschreibung der Einrichtung und der höchst merkwürdigen Wirkungen dieser vervielfältigten Metallverbindungen komme, die man jetzt gewöhnlich Galvanische Batterieen zu nennen pflegt, (ob man sie gleich der Billigkeit gemäßer Voltaische Batterien nennen sollte,) ist es nothwendig vorher die Hauptgesetze aufzustellen, die in Ansehung der einfachen Verbindungen, als ziemlich ausgemacht und sicher erfunden worden.

I.

Die Leiter der Elektrizität werden, ob sie gleich genau zu reden, fast alle in Ansehung der leitenden Kraft von einander abweichen, doch nur unter zwei Hauptklassen geordnet. Die zur ersten Klasse gehörigen, die sonst auch trockne und vollkommne Leiter genannt werden, sind die metallischen Substanzen und die Kohle, und die der zweiten Klasse, oder die unvollkommenen Leiter, sind Wasser und andere oxydirende Flüssigkeiten, wie auch die Substanzen, die diese Flüssigkeiten enthalten. Da aber die Substanzen der zweiten Klasse in Ansehung der leitenden Kraft viel stärker von

*) Man sehe seine schätzbare Abhandlung in den philos. Transaktionen für das Jahr 1800. Art. XVII.

einander abweichen als die der ersten, so können sie weiter in Arten abgetheilt werden *).

II.

Die einfachsten Verbindungen müssen, wenn sie fähig seyn sollen, galvanische Wirkungen hervorzubringen, (also die präparirten Schenkel eines Frosches zu erschüttern oder einen Geschmack auf der Zunge zu erregen u. s. w.) aus drei verschiedenen Leitern bestehen, denn blos zwei Leiter mit einander verbunden, bringen keine merkliche Wirkung hervor. Sind die drei Leiter alle von der ersten Klasse, oder alle von der zweiten, so ist die Wirkung selten merklich. In diesem Falle ist es wahrscheinlicher, daß solche Leiter der zweiten Klasse, die stärker von einander verschieden sind, eher eine merkliche Wirkung hervorbringen werden, als eben solche der ersten

*) Volta ordnet diese Substanzen nach folgender Reihe, die er mit derjenigen, die am wenigsten wirksam ist, anfängt, indem er jedoch dabei bemerket, daß diese Ordnung besonders in Ansehung der letzteren Gattungen und je nachdem sie mit gewissen Körpern der ersten Klasse verbunden werden, einer beträchtlichen Abweichung unterworfen ist.

„1) Reines Wasser;" (man kann hierbei bemerken, daß Wasser, welches gemeine Luft und besonders Sauerstoffgas in Auflösung enthält, viel wirksamer ist, als Wasser, das seiner Luft durch Sieden oder auf andere Art beraubt worden.) „2) Wasser mit Thon oder Kreide vermischt. 3) Eine Zuckerauflösung. 4) Alkohol. 5) Milch. 6) Schleimichte Flüssigkeiten. 7) Thierische gallertartige Flüssigkeiten. 8) Wein. 9) Essig und andere vegetabilische Säfte und Säuren. 10) Speichel. 11) Schleim aus der Nase. 12) Blut. 13) Gehirn. 14) Salzauflösung. 15) Seifenwasser. 16) Kreidenwasser. 17) Konzentrirte Mineralsäuren. 18) Starke alkalinische Laugen. 19) Alkalinische Flüssigkeiten. 20) Schwefelleber."

Klasse *). Eine einfache Verbindung aber, die gehörig wirksam seyn soll, muß aus drei verschiedenen Körpern bestehen, nämlich aus einem Leiter aus der ersten Klasse, und aus zwei verschiedenen Leitern aus der anderen Klasse. So sind die Verbindungen von Fig. 2 und 3. Taf. XXIV. wirksam **); die von Fig. 4. 5. 6. 7 und 8 aber nicht, weil die von Fig. 4, 5 oder 6, blos aus zwei Körpern, die von Fig. 7 oder 8. aber aus drei Körpern besteht, von denen zwei von einerlei Art sind, und folglich nur als ein einzelner Körper wirken.

Wenn von den drei Körpern zwei aus der ersten Klasse sind, und einer aus der zweiten ist, so sagt man, daß es eine Verbindung der ersten Ordnung sey, das Gegentheil einer solchen nennt man eine Verbindung der zweiten Ordnung.

Bei einer einfachen wirksamen Galvanischen Verbindung, oder, wie man eine solche gewöhnlich zu nennen pflegt, bei einem einfachen Galvanischen Kreise müssen sich die Körper von einerlei Klasse einander in einem oder mehreren Punkten zu der nämlichen Zeit berühren, da sie an anderen Punkten durch den Körper

*) Als einen Beweis einer aus drei blos aus der zweiten Klasse genommenen Leitern bestehenden wirksamen galvanischen Verbindung führt Volta einen Versuch des Doktor Valli an, bei dem die drei Körper folgende waren: 1) der Schenkel eines Frosches, die harten und sehnigen Theile des Muskels Gastroenemius. 2) Der Rumpf, oder die Muskeln des Rückens, oder die Hüftnerven, auf welche jene sehnigen Theile applicirt wurden, und 3) das Blut oder die schleimichte seifenartige oder salzigte Flüssigkeit, bei dem Punkte der Berührung angebracht. Man sehe seinen Brief an Gren in dem neuen Journal der Physik B. III. S. 4 und B. IV. S. 1.

**) Die Körper der ersten Klasse sind auf der Figur durch die großen Anfangsbuchstaben, die der zweiten aber durch kleine Buchstaben bezeichnet.

aus der anderen Klasse mit einander verbunden werden. Wenn, zum Beispiele, ein präparirter Frosch dadurch erschüttert wird, daß er mit dem nämlichen Stück Metall an zwei verschiedenen Stellen berührt wird, dann sind die Flüssigkeiten dieser Theile, die in etwas von einander verschieden seyn müssen, die zwei Leiter der anderen Klasse und das Metall ist der dritte Körper, oder der Leiter der ersten Klasse. Braucht man zweierlei Metalle dazu, dann können die Flüssigkeiten des präparirten Thieres, da sie nur wenig von einander verschieden sind, als ein Körper der zweiten Klasse betrachtet werden. Eben so ist auch, wenn eine Person aus einem zinnernen Kruge trinkt, der Speichel oder die Feuchtigkeit ihrer Unterlippe, Eine Flüssigkeit oder Ein Leiter der zweiten Klasse, die Flüssigkeit in dem Kruge ist der zweite und das Metall ist der dritte Körper, oder Leiter der ersten Klasse.

III.

Es scheint schlechterdings erfoderlich zu seyn, daß bei einem einfachen Galvanischen Kreise, der Leiter oder die Leiter der einen Klasse eine gewisse chemische Wirkung auf den anderen, oder die anderen Leiter haben müssen, weil ohne dieselbe die Verbindung von drei Körpern, entweder gar keine, oder doch nur eine sehr schwache Galvanische Wirkung hervorbringt. Ferner scheint die Galvanische Wirkung, mit dem Grade der chemischen Wirksamkeit im Verhältnisse zu stehen, welcher Umstand zu beweisen scheint, daß diese chemische Wirkung die erste oder Grundursache elektrischer Erscheinungen sey *).

*) Man sehe die philos. Transaktionen für das Jahr 1801. S. 427.

Die wirksamsten Galvanischen Kreise der ersten Ordnung sind diejenigen, bei denen zwei feste Körper, die in verschiedenen Graden oxydirt werden können, mit einer Flüssigkeit verbunden werden, die wenigstens einen von ihnen zu oxydiren im Stande ist. So bilden daher, zum Beispiele, Gold, Silber und Wasser keinen wirksamen Galvanischen Kreis; er wird es aber sogleich, wenn ein wenig Salpetersäure, oder von irgend einer anderen Flüssigkeit, die sich durch Silber zersetzen läßt, mit dem Wasser vermischt wird.

Eine Verbindung von Zink, Silber und Wasser, bildet einen wirksamen Galvanischen Kreis, und man findet dabei, daß das Wasser, wenn es nämlich etwas atmosphärische Luft, wie es gewöhnlich der Fall ist, und besonders, wenn es Sauerstoffluft enthält, den Zink oxydirt. Aber Zink, Silber und Wasser, das ein wenig Salpetersäure enthält, bilden einen noch wirksameren Galvanischen Kreis, da die Flüssigkeit die Kraft hat, sowohl auf den Zink als auch auf das Silber zu wirken.

Die stärksten Galvanischen Verbindungen der zweiten Ordnung sind die, bei denen zwei Leiter der zweiten Klasse, zu der nämlichen Zeit, da sie eine Wirkung auf einander haben, verschiedene chemische Wirkungen auf die Leiter der ersten Klasse äußern. So bilden Kupfer oder Silber oder Blei mit einer Auflösung von einer alkalinischen Schwefelleber und verdünnter salpetrigter Säure einen sehr wirksamen Galvanischen Kreis.

Nach dem gegenwärtigen Zustande unsrer Kenntnisse in Ansehung dieses Gegenstandes, sind wir nicht im Stande, die besonderen Kräfte aller Arten Galvanischer Verbindungen genau zu bestimmen, indessen enthält doch das folgende Verzeichniß eine brauchbare Zusammenstellung der besten Verbindungen. Sie sind nach der Ord-

nung ihrer Potenzen geordnet und fangen mit der stärksten an *).

Galvanische Kreise oder Ketten der ersten Ordnung, das ist solche, die aus zwei Leitern der ersten Klasse, und einem der zweiten bestehen.

Zink mit Gold, oder Kohle, oder Silber, oder Kupfer, oder Zinn, oder Eisen, oder Quecksilber und Wasser, eine kleine Quantität irgend einer von den mineralischen Säuren enthaltend **).

Eisen mit Gold oder Kohle, oder Silber, oder Kupfer, oder Zinn und einer schwachen Auflösung von einer der mineralischen Säuren, wie oben.

Zinn mit Gold, oder Silber, oder Kohle, und einer schwachen Auflösung irgend einer der mineralischen Säuren, wie oben.

Blei mit Gold oder Silber und eine schwache Auflösung wie oben.

Eine der obigen metallischen Verbindungen und gemeines Wasser, das heißt: Wasser atmosphärische Luft enthaltend, besonders aber Wasser, welches Sauerstoffgas enthält.

Kupfer mit Gold oder Silber und eine Auflösung von salpetersaurem Silber und Quecksilber, oder die Salpetersäure; oder die Eessigsäure.

Silber mit Gold und die Salpetersäure.

*) Diese Zusammenstellung verdankt man vornehmlich Herrn Davy, Professor der Chemie an dem Königl. (pneumatischen) Institute.

**) Van Marum fand eine Auflösung von Salmiak das ist salzsaurem Ammoniak am wirksamsten.

Galvanische Kreise oder Ketten der zweiten Ordnung; also solche, welche aus einem Leiter der ersten Klasse und aus zweien der anderen Klasse bestehen.

Kohle, oder Kupfer, oder Silber, oder Blei, oder Zinn, oder Eisen, oder Zink	mit Wasser oder mit einer Auflösung einer wasserstoffhaltigen alkalinischen Schwefelleber, die blos auf die ersten durch Metalle zu wirken im Stande ist;	und einer Auflösung von salpetrigter Salzsäure oder oxygenirter Salzsäure u. s. w. welche auf alle die Metalle zu wirken im Stande ist.

Die Wirkung eines einfachen Galvanischen Kreises scheint gewissermaßen von der Größe der Berührungsfläche zwischen den wirkenden Körpern abzuhängen. Eine innerhalb gewisser Grenzen erhöhte Temperatur macht die Thätigkeit des Kreises größer als eine niedrigere.

Die Thätigkeit eines Galvanischen Kreises wird nicht durch das Einschieben solcher Leiter verändert, die keine Wirkung auf die neben ihnen befindlichen Leiter des Kreises haben. Wenn zum Beispiele, ein Kreis aus Zink, Gold und Wasser besteht, und man legt ein Stück Eisen oder Silber, oder beides zwischen den Zink und das Gold, so wird die Wirksamkeit des Kreises dadurch nicht verändert. Daraus ergiebt sich, daß die Wirkung eines Galvanischen Kreises durch außer ihm befindliche Leiter, bis zu einer beträchtlichen Entfernung kann fortgeleitet werden. Indessen muß doch hierbei bemerkt werden, daß durch die große Länge der Leiter, besonders wenn sie von einer unvollkommenen Beschaffenheit sind, die Wirksamkeit geschwächt wird.

IV.

Wenn die drei, einen Galvanischen Kreis bildenden Körper, so aufeinander gelegt werden, daß die oben

liegenden, die, welche unten liegen, nicht berühren, dann befinden sich diese beiden Enden in dem Zustande entgegengesetzter Elektrizitäten; das Ende nämlich, welches derjenigen metallischen Oberfläche am nächsten ist, welche den Körper der zweiten Klasse berührt, ist positiv, und das entgegengesetzte negativ. Wenn zum Beispiele, wie bei Fig. 9. Taf. XXIV. Kupfer, Zink und angefeuchtetes Leder übereinander gelegt werden, so ist das obere Ende W., nämlich das angefeuchtete Leder, positiv elektrisirt, das untere Ende C, oder das Kupfer, aber negativ *).

*) Dies ist ein sehr feiner Versuch, und die Elektrizität kann blos durch Volta's Verdichter oder meinen Vervielfältiger, merklich gemacht werden. Ich legte eine drei Zoll im Durchmesser haltende Zinkplatte, auf eine größere Kupferplatte, und auf den Zink ein nicht ganz drei Zoll im Durchmesser haltendes mit gemeinem Flußwasser getränktes Stück Leder. Dann brachte ich die Kupferplatte C Fig. 9. mit der Erde und vermittelst eines Drahtes, das Leder W mit der aufnehmenden Platte A des Vervielfältigers Fig. 19. Taf. XXIII. in Verbindung. Als ich nun dieses Instrument anf die S. 426 beschriebene Art in Thätigkeit setzte, so sah ich, daß das angefeuchtete Leder positive Elektrizität gab. Wurde die Lage der drei Körper umgekehrt, nämlich so, daß das feuchte Leder auf die Tafel gelegt und das Kupfer mit der aufnehmenden Platte des Vervielfältigers in Verbindung gebracht wurde, so bekam das Kupfer negative Elektrizität. Dieser Versuch ward mehrmal wiederholt, und immer mit dem nämlichen Erfolg. Nach diesen Versuchen und nach den Wirkungen, welche die Batterien zeigen, kann man annehmen, daß jede wirksame Galvanische Verbindung eine positive und eine negative Seite hat. Und daher ist angenommen worden, daß, wenn der Kreis vollständig ist, wie bei Fig. 10. das heißt: wenn das Leder mit dem Kupfer in Verbindung ist, dann eine Cirkulation der elektrischen Flüssigkeit durch denselben statt hat.

„Wenn man eine Metallplatte so zusammensetzt, daß die eine Hälfte aus Zink, die andere aber aus Kupfer besteht, die beide zu einer Platte zusammengelöthet werden,

V.

Die Galvanischen Wirkungen können bis zu jedem beliebigen Grade verstärkt werden, wenn man mehrere der oben erwähnten thätigen oder wirksamen Verbindungen mit einander vereinigt, oder durch eine Wiederholung einer und derselben einfachen Galvanischen Verbindung (in dem die meisten wirksamen einfachen Verbindungen die stärksten Batterien, und umgekehrt, bilden,) vorausgesetzt, daß die einfachen Verbindungen so geordnet werden, daß sie einander nicht entgegen wirken.

Diese Batterien, werden nun Batterien der ersten oder der zweiten Ordnung genannt, je nachdem die einfachen Verbindungen, aus denen sie bestehen, von der ersten oder von der zweiten Ordnung sind. Wenn zum Beispiele, ein Stück Zink auf ein Stück Kupfer und ein Stück angefeuchtete Karte auf den Zink gelegt wird, und dann wieder drei andere eben so geordnete dergleichen Stücke auf jene und wieder drei andere derglei-

und dann dieselbe an der Zinkseite anfaßt und mit der Kupferseite, die obere Platte des Verdichters, die ebenfalls von Kupfer ist, berührt, so wird der Verdichter negativ. Fasset man hingegen die zusammengelöthete Platte an der Kupferseite an, und berührt die obere Platte des Verdichters mit der Zinkseite, und nimmt dann die Metalle hinweg und hebt die obere Platte des Verdichters in die Höhe, so zeigt sie keine Elektrizität, obgleich die untere Platte mit dem gemeinschaftlichen Behältnisse in der Erde in Verbindung ist."

„Sobald man aber zwischen den Zink und die Platte des Verdichters, ein Stück in reinem Wasser angefeuchtetes Papier, oder einen anderen feuchten Leiter legt, so wird der Verdichter mit positiver Elektrizität geladen. Hält man den Zink zwischen den Fingern und berührt mit dem Kupfer den auf den Verdichter gelegten feuchten Leiter, so wird der Verdichter auch geladen, aber negativ." Bericht des Nationalinstituts zu Paris, über Volta's im Laufe des Jahres 1801 gemachten Versuche.

chen auf diese u. s. w. gelegt werden, so macht das Ganze eine Batterie der ersten Ordnung. Ordnet man aber den Kreis zu zusammen, daß man ein Stück Kupfer mit einem mit Wasser angefeuchteten Stück Tuch, dieses mit einem mit einer Auflösung von Schwefelsaurem Kali angefeuchteten Stück Tuch, und dieses wieder mit einem andern Stück Kupfer verbindet u. s. w. so macht das Ganze eine Batterie der zweiten Ordnung *).

Die erwähnte Einschränkung: daß die Theile einer Batterie einander nicht entgegenwirken müssen, wird leicht verständlich werden, wenn man bedenkt, daß jede einfache und unterbrochene Galvanische Verbindung ein positives und ein negatives Ende (oder einen positiven

*) Davy theilt die Batterieen der zweiten Ordnung in folgende drei Klassen:

I. Die schwächste entsteht dann, wenn einzelne Metallplatten oder Bogen so zusammen geordnet werden, daß zwei ihrer Oberflächen, oder ihrer einander entgegengesetzten Enden mit Flüssigkeiten von verschiedener Natur, von denen die eine das Metall oxydiren kann, die andere aber es nicht kann, in Berührung sind. Und regelmäßige Reihen solcher Verbindungen werden gebildet:

II. Wenn die einzelnen Verbindungen oder die Elemente der Reihe jede aus einer einzelnen Platte, oder einem einzelnen Bogen von einer metallischen Substanz besteht, welche fähig ist auf geschwefelten Wasserstoff oder auf Schwefellebern, die in Wasser aufgelöst worden, zu wirken, und mit Portionen von einer kalkartigen Schwefelleberſolution an der einen Seite und an der andern mit Wasser verbunden ist.

III. Die stärkste Klasse wird gebildet, wenn metallische Substanzen, die in Säuren oxydirt werden und fähig sind, auf Solutionen von Schwefellebern zu wirken, als Platten mit oxydirenden Flüssigkeiten und Solutionen von Kalischwefellebern auf eine solche Art verbunden werden, da die entgegengesetzten Seiten einer jeden Platte verschiedenartige chemische Veränderungen erleiden können, indem die Art der Abwechslung regelmäßig ist.

und negativen Pol,) hat, oder daß in jedem Galvanischen Kreis die elektrische Flüssigkeit nur nach einerlei Richtung cirkulirt. Wenn daher zwei einfache Verbindungen wie Fig. 11. zusammengeordnet werden, so hat diese Zusammenordnung keine Galvanische Kraft, weil die zwei Wirkungen der zwei einfachen Verbindungen, oder die beiden elektrischen Ströme, einander entgegengesetzt sind, indem die beiden positiven Enden (oder Pole) bei p und die beiden negativen bei n sind. Werden diese sechs Körper aber eben so wie in Fig. 12 zusammengeordnet, dann wird die Verbindung wirksam seyn, weil, zu Folge der Hypothese, die elektrische Flüssigkeit in einer jeden einfachen Zusammenordnung nach einerlei Richtung strebt, und wahrscheinlich die eine die andre beschleunigt.

Was eben von der Zusammenordnung von zwei einfachen Galvanischen Verbindungen ist gesagt worden, gilt auch in Ansehung einer mit einander verbundenen Anzahl derselben, nämlich auch diese dürfen einander nicht entgegenwirken, oder, wenn der Fall dabei eintreten sollte, daß eine gewisse Zahl von ihnen einander entgegenwirkten, so bilden nur die, welche dies nicht thun, allein den wirksamen Theil der Batterie. Wenn, zum Beispiele, eine Batterie aus vierzig einfachen Verbindungen besteht, und zwölfe von diesen in einer den anderen entgegengerichteten Lage liegen, so wirken diese zwölf, zwölf anderen entgegen, und die ganze Batterie hat folglich keine größere Kraft, als wenn sie aus sechszehn gehörig geordneten einfachen Verbindungen bestände.

Diese Beobachtung führt zu einer Methode, die Potenzen zweier Batterien zu vergleichen, denn wenn diese Batterien in einer umgekehrten Ordnung mit einander verbunden werden, nämlich so, daß die positiven Enden oder Pole der einen das negative Ende oder den negativen Pol der andern berühren, so wird, wenn

man die beiden anderen Ende oder Pole verbindet oder sie an schicklichen Instrumenten anbringt, die ganze Potenz vernichtet, wenn die beiden Batterien eine gleiche Potenz hatten; sonst ist die Potenz des Ganzen der Ueberschuß der Potenz der stärksten Batterie über die Potenz der schwächsten, und die Richtung desselben, nämlich die Beobachtung, ob er positiv oder negativ ist, zeiget, zu welcher Batterie er gehört. — In Ansehung der unwirksamen Zusammenordnung von Fig. 11, muß noch bemerkt werden, daß, wenn einer von den einzelnen Körpern Z hinweggenommen wird, die übrigen fünf Körper eine wirksame Verbindung bilden; denn in diesem Falle wird W, W Ein Körper, und S, S, wirkt ebenfalls nur als Ein Körper.

Es ist wohl kaum nöthig zu bemerken, daß, (wie schon in Bezug auf die einfachen Kreise ist gesagt worden,) das Dazwischenlegen solcher Leiter, die keine besondere Wirkung haben, oder solcher, die mit den an ihnen liegenden Körpern von einerlei Klasse sind, die Wirkung einer Galvanischen Batterie nicht verändert wird.

Da ich im vorhergehenden die allgemeinen Gesetze, die bei Galvanischen Verbindungen zum Grunde liegen, und deren Richtigkeit so ziemlich ausgemacht ist, aufgestellt habe, will ich nun noch die Art angeben, wie diese Verbindungen und besonders die zusammengesetzten oder die Batterien müssen gebaut und eingerichtet werden, und die Wirkungen derselben beschreiben.

Die Einrichtung einzelner Galvanischer Kreise ist so sehr einfach, daß es nicht nöthig ist noch mehr über dieselbe zu sagen, denn, wenn man einmal die drei Körper dazu ausgewählt hat, so hat der Versuchmacher nichts weiter zu thun als dafür zu sorgen, daß sie in eine vollkommene Berührung mit einander kommen.

Man hat den Voltaischen Batterieen mancherlei Gestalten gegeben, und man kann sie wirklich vielfach verändern. Die gewöhnlichsten Formen derselben aber sind bei Fig. 13. 14 und 16. Taf. XXIV. abgebildet. Am leichtesten zu bauen sind die von Fig. 13 und 14 und die bei Fig. 16. abgebildete, ist die bequemste.

Die Batterie Fig. 13., besteht aus verschiedenen Gläsern oder sinesischen Bechern, die mit Wasser oder mit Salzauflösung u. s. w. angefüllt sind; in jedes Glas wird eine Zinkplatte und eine Silberplatte gethan, die aber nicht mit einander verbunden sind. In das erste Glas aber wird nur eine Silberplatte und in das letzte nur eine Zinkplatte gethan. Jede Platte hat einen verlängerten Streifen oder ein Häkchen, damit man sie dadurch so mit einander verbinden kann, daß die Silberplatte des einen Glases mit der Zinkplatte des nächsten und so fort, verbunden werden kann. Diese verlängerten Streifen oder Häkchen sind bei a, a, a, u. s. w. zusammengelöthet *).

Die bei Fig. 14. abgebildete Batterie, besteht aus Silberstücken ungefähr von der Dicke einer halben Krone, aus ungefähr eben so starken Zinkstücken und aus Scheiben von Karten, oder Tuch, oder Leder oder einer andern schwammichten Substanz, die im Durchmesser ein wenig kleiner sind als die Metallplatten, und mit Wasser oder einer anderen dazu schicklichen Flüssigkeit getränkt seyn müssen.

*) Vermittelst der Verbindung des ersten und zweiten Glases, wird die Kette geschlossen, und wenn dies geschieht, entsteht ein heftiger Schlag. Es ist auch noch dabei zu erinnern, daß die Platten etwas über die in den Gläsern enthaltene Flüssigkeiten hervorragen müssen. Volta nennt diese Verrichtung den Becherapparat.

T.

Diese Platten werden, wie es die Buchstaben S, Z, W anzeigen, in folgender Ordnung über einander gelegt: Silber, Zink und nasses Tuch. Die Karten- oder Tuchscheiben müssen gut mit der Flüssigkeit getränkt seyn, aber, ehe man sich ihrer bedient, auch wieder etwas ausgedrückt werden, damit die überflüssige Flüssigkeit entfernt werden möge, daß sie nicht an der Außenseite der Säule herablaufe, oder zwischen die Silber- und Zinkplatten dringe. Die Tuch- u. s. w. Scheiben verlieren, besonders wenn sie blos mit unvermischtem Wasser getränkt worden, ihre Feuchtigkeit sehr bald, und sie können kaum länger als einen oder zwei Tage gebraucht werden. Nach Verfluß dieser Zeit muß die Säule auseinander genommen, die Metallplatten müssen gereinigt, die Tuchscheiben u. s. w. wieder getränkt und das Ganze wieder wie vorher zusammengesetzt werden.

Die drei Stäbe R, R, R, sind von Glas oder gut gedörrtem Holz, und das Holzstück O, läßt sich an den Stäben leicht auf- und abwärts verschieben. Es ist bestimmt, das Herabfallen der Platten zu verhüten.

Soll eine solche Batterie sehr stark seyn, zu welchem Ende sie aus sehr vielen über einander gelegten Platten bestehen muß, so thut man am besten zwei oder drei Säulen zu machen und sie durch Metallstücke zu verbinden, wie es Fig. 15. c, c, angegeben ist, wo zwei Säulen mit einander zusammen verbunden sind, so daß a das negative Ende, (oder der negative Pol,) und b das andere oder positive Ende des Ganzen, oder der beiden zu einer Säule verbundenen Säulen ist.

Die Batterie Fig. 16. besteht aus einem starken länglichten Gefäße, oder Troge, von gedörrtem Holze, das ungefähr drei Zoll tief und eben so breit ist. In die Seiten dieses Gefäßes sind einander gerade gegenüber Falzen gearbeitet, die ungefähr den achten Theil eines Zolles tief sind, und in deren jeden zwei auf ein-

ander gelöthete Platten, nämlich eine von Silber und die andere von Zink so eingekittet werden, daß sie in den einander gegenüber befindlichen Falzen fest stehen. Dadurch bekömmt das hölzerne Gefäß, (oder der Trog,) verschiedene Abtheilungen oder Zellen, deren jede ungefähr einen halben Zoll breit ist, wie man auf der Abbildung deutlich sehen kann. Die Metallplatten müssen so dicht in die Seitenfalzen und an den Boden des hölzernen Gefäßes gekittet werden, daß nicht die geringste Flüssigkeit aus einer Zelle in die andere dringen kann. Der beste Kitt dazu ist ein Siegellackfirniß.

Diese Zellen werden dann bis fast an den Rand mit Wasser oder einer anderen, in obiger Tabelle angegebenen Flüssigkeit, angefüllt, da denn das Ganze eine Voltaische Batterie bildet, die aus mehreren Wiederholungen von Silber, Zink und Flüssigkeit besteht. Auch zwei oder mehrere solcher Batterien können auf eben die Art mit einander verbunden werden, wie die vorerwähnten Batterien.

Es ist wohl kaum nöthig zu bemerken, daß man der oben befindlichen Tabelle gemäß, auch andere Verbindungen statt der von Zink, Kupfer und Wasser machen kann. Gegenwärtig baut man die zuletzt erwähnten Batterieen mit Kupfer, Zink und Wasser, das mit einem kleinen Theile von Salpetersäure oder Salzsäure vermischt worden. Es ist gleichgültig, ob die Metalle ganz rein oder schwach versetzt sind.

Am stärksten wirken alle solche Batterieen, wenn sie eben erst vollständig gemacht oder mit der Flüssigkeit angefüllt worden, und sie werden in eben dem Verhältnisse schwächer, in welchem das Metall oxydirt wird oder die Flüssigkeit ihre Potenz verliert. Es muß daher nach einer gewissen Zeit nicht nur die Flüssigkeit verändert werden, sondern die Metallplatten müssen auch von ihrer oxydirten Oberfläche gereinigt werden, indem man

sie entweder abfeilt oder sie mit Sand oder Sandpapier abreibt, oder endlich sie eine kurze Zeit in verdünnte Salzsäure legt, und dann mit einem groben Tuche abwischt. Die Metallplatten der Batterie Fig. 16. können auf die letzte Art gereiniget und dann dadurch abgewischt werden, daß man einen Lappen um einen Stock wickelt und die Zellen damit abtrocknet.

Dies mag genug seyn, die Einrichtung einfacher und zusammengesetzter Galvanischer Säulen betreffend, und ich komme nun zu der Angabe der Wirkungen dieser Verbindungen. Zwar habe ich schon die Art, einfache Galvanische Kreise anzuwenden und auch die vornehmsten Wirkungen derselben beschrieben, es wird aber doch, um dem Gedächtnisse mehr zu Hülfe zu kommen, gut seyn, diese Wirkungen unter folgende vier Hauptrubriken zu bringen, zu deren Erklärung ich noch diejenigen Versuche und Beobachtungen beifügen will, deren bisher noch nicht schicklich erwähnt werden konnte.

I. Die Wirkung eines einzelnen Galvanischen Kreises, greift die Organe lebendiger oder eben erst getödteter Thiere an, und thut es besonders dann, wenn das eine Ende desselben mit einem Nerven, das andere aber mit einem Muskel eines und desselben Gliedes in Verbindung gebracht wird.

II. Diese Wirkung kann durch gute Leiter für Elektrizität, nicht aber durch elektrische Körper oder weniger vollkommene Leiter gehen.

III. Sie greift durch Vermittelung anderer Instrumente, das Elektrometer an.

IV. Diese Wirkung verstärkt, oder wenn sie dies nicht thut, modificirt sie die chemische Wirkung der Körper auf einander, die man ihrem Einflusse unterwirft.

Die Glieder von Thieren, und besonders von eben erst getödteten Fröschen, sind die empfindlichsten Werkzeuge für Galvanische Potenzen; sie werden von den

einfachsten Galvanischen Kreisen schon angegriffen, wenn sie auch sonst keine entscheidende elektrische Wirkung hervorbringen.

Die verschiedenen Potenzen verschiedener Galvanischer Kreise werden dadurch bestimmt, daß man sie mit solchen thierischen Präparaten in Verbindung bringt, deren Lebenskraft oder Reizbarkeit mehr oder weniger erschöpft ist. So sagt Volta in seinem Briefe an Gren: „Wenn man einen Frosch nimmt, dem der Kopf abgeschnitten, und der seines Lebens vollkommen durch das Einstechen einer Nadel in das Rückenmark beraubt worden, und hängt ihn, ohne ihm die Haut abzuziehen, oder die Eingeweide herauszunehmen, mit dem Leibe in ein Glas Wasser, und mit den Schenkeln in ein anderes, so wird er stark erschüttert und heftig konvulsivisch bewegt werden, wenn man das Wasser beider Gläser vermittelst eines Bogens verbindet, der aus verschiedenen Metallen, als Silber und Blei, oder, was noch besser ist, aus Silber und Zink besteht. Dies wird aber keinesweges der Fall seyn, wenn die beiden Metalle in Ansehung ihrer Potenzen weniger verschieden sind, zum Beispiele Gold und Silber, Silber und Kupfer, Kupfer und Eisen, Zinn und Bley. Aber, was noch mehr ist, die Wirkung wird sich an diesem so wenig präparirten Frosche in voller Stärke zeigen, wenn man in das eine der beiden Gläser das Ende eines blos aus Zinn oder Zink bestehenden Bogens und in das andere Glas das andere Ende des nemlichen Bogens, das man vorher mit ein wenig Alkali überrieben hat, stecket. Der Versuch gelingt noch besser mit einem eisernen Bogen, dessen eines Ende mit einem Tropfen salpetrigter Säure bestrichen worden, und über alle Erwartung gelingt er, wenn man sich eines silbernen Bogens dazu bedient, an dessen Ende ein wenig Kalinische Schwefelleber befindlich ist."

Wenn eine einzelne Potenz habende Galvanische Verbindung der zweiten Ordnung mit dem einen Ende an die Zunge und mit dem anderen flüssigen Ende an irgend einen anderen empfindlichen Theil des Körpers gelegt wird, so empfindet man auf der Zunge einen sauren Geschmack, der, wenn die Berührung fortdauert, nicht gut mehr unterschieden werden kann, und selbst in einen elektrischen Geschmack verwandelt wird.

„Wenn ein zinnernes Becken mit Seifenlauge, Kalkwasser oder, welches noch besser ist, alkalischer Lauge angefüllet wird, und man beide, vorher in reinem Wasser angefeuchtete Hände, auf das Becken legt, und mit der Spitze der Zunge die in demselben befindliche Flüssigkeit berührt, so wird man augenblicklich auf der Zunge, die mit der alkalinischen Flüssigkeit in Berührung ist, einen sauren Geschmack empfinden. Dieser Geschmack ist sehr merkbar und für den Augenblick, ziemlich stark. Er verändert sich aber hernach in einen anderen weniger sauren, aber salzigeren und stechenderen Geschmack, bis er endlich in eben dem Verhältnisse, in welchem die Flüssigkeit stärker auf die Zunge wirkt, alkalinisch und scharf wird.“

Davy hat beobachtet: „daß, wenn Zink und Silber einen Kreis mit Wasser, das mehrere Wochen Luft in Auflösung enthalten, macht, eine beträchtliche Oxydirung des Zinkes, ohne bemerkliche Gasentbindung erfolgt, und daß das Wasser bei dem Punkte der Berührung mit dem Silber die Kraft bekömmt, blaue Pflanzensäfte grün zu färben, und die Auflösung von salzsaurer Talkerde trübe zu machen.“

Die chemische Wirkung der Körper auf einander, wird durch die Galvanische Zusammenordnung so sehr verstärkt, daß einige dadurch in den Stand gesetzt werden auf Körper zu wirken, auf die sie sonst nicht wirken

würden. Fig. 17. Taf. XXIV. kann dies erläutern. Es ist hier nämlich eine ungefähr vier Zoll lange Glasröhre abgebildet, deren Oeffnungen A und B mit Korken verschlossen werden. In den einen dieser Korke wird ein Stück Zink CD, so befestiget, daß es in und außerhalb der Röhre über ihn hinausragt. EFG ist ein Silberdraht, der in den anderen Kork gesteckt ist, und mit seinem Ende E in die Röhre hineinreicht; das andere Ende desselben aber ist so gebogen, daß es dem hervorstehenden Theile des Zinkes C, nahe kömmt.

Man nehme einen dieser Korke aus der Röhre und fülle diese mit Wasser an, in welches ein oder zwei Tropfen Salzsäure gemischt worden, wenn die Röhre gefüllt ist, stecke man den Kork wieder hinein, dann wird man finden, daß die verdünnte Säure auf den Zink wirkt, daß dieser durch sie oxydirt wird und daß sich Glasblasen von ihm entwickeln, daß aber der Silberdraht E unberührt bleibt und sich gar kein Gas von ihm entwickelt. Biegt man nun den Silberdraht FG so, daß das Ende desselben G den Zink bei C berühren kann, dann wird der Galvanische Kreis von Silber, Zink und verdünnter Säure vollständig, und dadurch wird die verdünnte Säure in den Stand gesetzt, stärker auf den Zink D zu wirken, wovon die häufigere Gasentwickelung ein Beweis ist, aber sie wird auch noch überdies dadurch in den Stand gesetzt, auf den Silberdraht zu wirken, indem man jetzt auch die Gasentwickelung von dem Silber E bemerken wird. — Hebt man nun die Berührung zwischen G und C auf, so hört das Silber E auch auf Gas zu geben, und stellt man sie wieder her, so wird auch wieder Gas von dem Silber ausgehen.

Statt des Silbers, des Zinkes und der verdünnten Salzsäure, kann man sich auch auf die nämliche Art Goldes, Silbers und verdünnter Salpetersäure bedienen;

macht man den Kreis vollständig, so wird die Säure fähig auf das Gold zu wirken.

Man hat die Beobachtung gemacht, daß, wenn auf eine der Stellen, wo sich der vollkommne und der unvollkommne Leiter berühren, ein oxydirender Einfluß ausgeübt wird, dadurch eine desoxydirende Wirkung an der andern Stelle hervorgebracht wird. So bleibt zum Beispiele, Eisen, welches schnell oxydirt wird, wenn es mit Silber und gemeinem Wasser einen Kreis macht, wenn es mit Zink und gemeinem Wasser zusammengereihet wird, völlig unverändert, indeß der Zink schnell angegriffen wird *).

Dies sind die Thatsachen, die man bis jetzt in Bezug auf die Potenz einzelner Galvanischer Kreise beobachtet hat. Sie gewähren eine wichtige Vermehrung unsrer bisherigen Kenntnisse, die Elektrizität betreffend, und öffnen ein weites Feld für Spekulation und fernere Versuche; aber ob wir gleich jene Thatsachen kennen, sind wir doch noch nicht im Stande eine Theorie aufzustellen, die uns die ursprüngliche Ursache oder die Wirkung jener höchst merkwürdigen Kraft, befriedigend erklären könnte, und wir müssen daher geduldig den Aufschluß erwarten, den fernere Entdeckungen darüber noch geben werden.

Wenn schon die Wirkungen einzelner Kreise so höchst merkwürdig sind, so kann es nicht fehlen, daß die vereinigten Potenzen mehrerer solcher Kreise, oder die Potenz der Voltaischen Batterie, auch den Gleichgültigen in Erstaunen setzen müssen.

Die Voltaische Batterie setzt nicht nur die präparirten Glieder eines Frosches in konvulsivische Bewegungen, und läßt einen Blitz vor dem Auge erscheinen, sondern sie zeigt auch alle die Erscheinungen, welche

*) Tagebuch des Königl. Instituts, Num. 4.

man durch die Elektrizität bekömmt, in einem sehr merkwürdigen Grade. Sie giebt den Schlag; sie greift das Elektrometer an; zeigt den leuchtenden, von einem hörbaren Knall begleiteten Funken; verbrennt metallische und andere brennbare Körper, und behält ihre Wirkungskraft eine ziemlich lange Zeit, so lang nämlich, bis die chemische Wirkung zwischen den die Batterie zusammensetzenden Theilen, gänzlich erschöpft ist. — Die folgenden Paragraphen enthalten eine detaillirte, jedoch kurzgefaßte Aufzählung dieser wunderbaren Wirkungen.

Wenn man eine Voltaische Batterie der ersten Ordnung hat, (die Wirkung einer der zweiten Ordnung ist schwächer und viel vorübergehender,) die aus zwanzig einfachen Verbindungen zusammengesetzt ist, und das eine Ende einer der oben beschriebenen Batterieen, wie bei b, mit der einen Hand berührt, und die andere Hand an das andere Ende derselben, wie bei a legt, so fühlt man einen sehr schwachen Schlag, wie von einer schwach geladnen Leydner Flasche, dessen Wirkung sich selten weiter als auf die Finger oder höchstens bis auf das Handgelenk erstreckt. Diesen Schlag fühlt man, so oft man die Batterie von neuen berührt. Läßt man die Hände fortgesetzt in Berührung mit den Enden (oder Polen) b und a, so fühlt man einen schwachen aber fortdauernden Reiz, und wenn von der Hand oder einem anderen Theile des Körpers, der das Ende der Batterie berührt, die Haut abgerissen oder er sonst verwundet ist, so ist jene Empfindung unangenehm und wohl gar mit Schmerzen verbunden.

Die trockne Haut des menschlichen Körpers ist selten im Stande diesem Schlage zum Leiter zu dienen; daher muß man die Finger, mit denen man die Batterie berührt, mit Wasser stark benetzen. Noch besser aber ist es, einen von dem Ende der Batterie auslaufenden Draht in ein mit Wasser angefülltes Becken zu legen,

und die eine Hand hinein zu stecken, in die andere aber, die ebenfalls stark angefeuchtet seyn muß, ein großes Stück Metall, zum Beispiele, einen großen silbernen Löffel zu nehmen und mit diesem das andere Ende der Batterie zu berühren. Auf diese Art wird man den Schlag besser fühlen. Schon eine aus weniger als zwanzig einzelnen Verbindungen zusammengesetzte Batterie, wird auf diese Art hinreichend dazu.

Wenn sich mehrere Personen bei den Händen, (die stark mit Wasser benetzt seyn müssen,) anfassen, und den Verbindungskreis schließen, so fühlen sie den Schlag alle in einem und demselben Augenblicke. Der Schlag wird jedoch dadurch, daß er durch mehrere Personen, oder überhaupt durch weniger vollkommene Leiter geht, sehr geschwächt.

Den Schlag von einer Batterie, die aus funfzig oder sechzig Schichten der wirksamsten Verbindung der ersten Ordnung besteht, fühlt man bis in die Ellenbogen und die vereinigte Kraft von fünf oder sechs dergleichen Batterieen, würde vielleicht einen so starken Schlag geben, daß ihn die wenigsten würden aushalten mögen. Die präparirten Schenkel eines Frosches oder anderer Thiere, werden durch die Wirkung der Voltaischen Batterie in heftige konvulsivische Bewegungen gesetzt, ihre Reizbarkeit wird jedoch auch bald dadurch erschöpft.

Dieser Schlag ist dem einer großen gewöhnlichen elektrischen Batterie, die schwach geladen ist, und nicht dem einer kleinen vollgeladenen Leydner Flasche ähnlich. Der Unterschied besteht darin: daß die letztere eine kleine Quantität stark verdichteter elektrischer Flüssigkeit, die erstere aber, eine sehr große Quantität derselben, die aber nur wenig verdichtet ist, enthält; daher wird die Leydner Flasche vielleicht einen Funken, der einen Zoll lang ist, durch die Luft schlagen; da im Gegentheile der Funke der Batterie, oder der Weg desselben durch

die Luft, so sehr kurz ist, daß die Finger fast in eine vollkommene Berührung mit derselben kommen müssen, wenn sie den Schlag bekommen sollen; und dies ist der nämliche Fall mit der Voltaischen Batterie, indem nämlich der Schlag von einer sehr stark wirkenden Batterie dieser Art, kaum durch die Luft dringen wird, wenn die Enden des Verbindungskreises weiter als um den vierzigsten Theil eines Zolles auseinander stehen, und wenn auch diese Enden aus vollkommenen Leitern bestehen sollten. Wenn das letzte der Fall ist, so erscheint an dem Ende ein kleiner, aber sehr lebhafter Funke, der von einem hörbaren, aber nicht starken Knall begleitet ist. Zwischen dem Funken des positiven und dem des negativen Endes der Batterie, kann man keinen Unterschied wahrnehmen.

Wenn man einen Draht, der von dem einen Ende einer ziemlich starken Voltaischen Batterie ausgeht, mit der inneren Belegung einer gewöhnlichen großen Flasche oder elektrischen Batterie, und einen anderen von dem anderen Ende der Voltaischen Batterie auslaufenden Draht, mit der äußeren Belegung derselben in Verbindung bringt, so wird diese elektrische Flasche oder Batterie dadurch schwach, aber fast augenblicklich auf die nämliche Art geladen werden, als wenn sie durch eine gewöhnliche Elektrisirmaschine wäre geladen worden, deren Cylinder einige Mal umgedreht worden. Mit dieser Ladung kann man einen Schlag geben, oder ein Elektrometer angreifen u. s. w.

Kurz, alles beweist, daß eine Voltaische Batterie eine sehr große Menge von elektrischer Flüssigkeit erzeugt, die aber nur wenig verdichtet ist, so daß es nicht wohl möglich ist anzunehmen, daß die elektrische Flüssigkeit in einem sehr verdichteten Zustande von einer Verbindung von Körpern ausströmen kann, die alle, obgleich mehr oder weniger, gute Leiter für Elektrizität sind.

Denn würde die Flüssigkeit an dem einen Ende der Voltaischen Batterie stark verdichtet, an dem anderen aber stark verdünnt, so würde die Kompensation bald durch die Säule selbst gemacht werden, und es ist in der That schwer zu begreifen, wie es zugeht, daß diese Kompensation nicht wirklich in allen Fällen statt hat.

Die elektrische Flüssigkeit ist wahrscheinlich ein nothwendiges Ingredienz bei der Zusammensetzung der Körper und vielleicht entbindet die chemische Wirkung eines Körpers auf einen anderen, die elektrische Flüssigkeit von dem letzteren eben so, wie sie in verschiedenen Fällen den Wärmestoff entbindet; aber dabei bleiben doch noch immer die Fragen unentschieden: warum die von den Körpern einer Voltaischen Batterie entwickelte Elektrizität gezwungen ist, sich nach einer Richtung zu bewegen, und warum das andere Ende der Batterie sich in einem negativen Zustande von Elektrizität befindet?

Vielleicht beantworten künftige Entdeckungen diese Fragen. Wir kehren gegenwärtig zu der weiteren Angabe der Thatsachen zurück.

Da ich bereits gesagt habe, daß die Ladung einer Voltaischen Batterie einer gewöhnlichen elektrischen Batterie kann mitgetheilt werden, so ist es beinahe überflüssig noch besonders zu bemerken, daß sie auch einem Verdichter, oder meinem Vervielfältiger, und von diesem einem Elektrometer kann mitgetheilt werden. Wenn die Voltaische Batterie aus zweihundert Plattenpaaren besteht, so wird das Elektrometer schon durch die bloße Berührung angegriffen.

Wenn der Funke oder die Entladung einer Voltaischen Batterie, durch dünne brennbare Körper, die mit gemeiner oder mit Sauerstoffluft in Berührung sind, geleitet wird, so entzündet und verzehrt er sie mit einer außerordentlichen Schnelligkeit. Er entzündet Schießpulver, Wasserstoffgas, Phosphor und andere brennbare

Stoffe, und sehr dünne Metalldrähte und Metallblättchen macht er rothglühend und verzehrt sie.

Wie man die Potenz einer Batterie zu diesem Endzwecke anwenden muß, ist bei Fig. 18. Taf. XXIV. dargestellt. AB ist nämlich eine starkwirkende Voltaische Batterie; ACDEF ist ein Draht, der mit der letzten Platte der Batterie bei A verbunden ist, und BKIHG ist ein anderer, mit der letzten Platte bei B in Verbindung stehender Draht. DE, HI sind zwei Glasröhren, durch welche jene Drähte gehen, und in welchen sie gehörig befestigt sind. Diese Röhren sind dazu bestimmt, daß man vermittelst ihrer die Drähte regieren kann. Denn wenn der Versuchansteller diese Röhren mit den Fingern in der Mitte anfaßt, so kann er die Drähte nach jeder beliebigen Richtung bewegen, ohne befürchten zu dürfen, einen Schlag zu bekommen. Werden nun die beiden Enden F, G einander nahe genug gebracht, so zeigt sich zwischen ihnen ein Funke. Zwischen diese Enden müssen also auch die brennbaren Substanzen oder Metallblättchen u. s. w., welche entzündet oder verbrannt werden sollen, gelegt werden. Die Figur zeigt die Drähte in der Richtung, wie sie eben Schießpulver entzünden *).

Unter dem ausgepumpten Rezipienten der Luftpumpe, wirkt die Voltaische Batterie nicht so stark als in der freien Luft; in Sauerstoffluft dagegen wirkt sie mit erhöhter Potenz.

Der Lichtblitz, der vor dem Auge des Versuchanstellers erscheint, wenn das Auge selbst oder irgend ein

*) Eine aus zweihundert metallischen Plattenpaaren, (nämlich Kupfer und Zink, jedes 5 Quadratzoll,) bestehende Batterie, schmelzte von einem sehr feinem eisernen Drahte drei und zwanzig Zoll. Ein Platindraht von ungefähr $\frac{1}{175}$ Zoll im Durchmesser, wurde zu einem Kügelchen geschmolzen.

anderer ihm naher Theil in den Verbindungskreis einer Galvanischen Reihe gebracht wird, erscheint dann, wenn eine Batterie gebraucht wird, eben nicht viel größer, als wenn zwei Platten auf die oben angegebene Art angewendet werden. Durch eine Batterie aber kann ein Blitz auf mehr als eine Art hervorgebracht werden. Wenn eine oder auch beide Hände mit dem einen Ende der Batterie in eine vollkommene Berührung gebracht werden, und ein anderer Theil des Gesichtes mit dem anderen Ende der Batterie in Berührung kömmt, so wird der Blitz, wenn der Versuchmacher im Dunkeln ist, oder seine Augen verschließt, sehr deutlich erscheinen. Sehr stark zeigt sich dieser Blitz, wenn man einen von dem einen Ende der Batterie auslaufenden Draht, so zwischen die Zähne fasset, daß er auf der Zunge liegt, während man einen anderen Draht in der Hand hält. In diesem Falle werden die Lippen und die Zunge konvulsivisch bewegt, der Blitz erscheint vor den Augen, und in dem Munde bemerkt man einen sehr stechenden, beißenden Geschmack.

Wenn ein Theil des menschlichen Körpers, der einen Theil des leitenden Kreises einer Voltaischen Batterie ausmacht, einige Zeit in dieser Lage erhalten wird, so ist die Reizung oder die Betäubung mehr oder weniger deutlich, und mehr oder weniger schmerzlich, je nachdem die angegriffenen Theile eine größere oder geringere Empfindlichkeit haben. Es ist wahrscheinlich, daß eine solche Anwendung der Voltaischen Batterie, ein sehr nützliches Heilmittel bei verschiedenen Krankheiten gewähren kann. Man versichert, daß sie sich schon wohlthätig in Taubheit und Rheumatismen bewiesen habe, und sie verdient es daher gewiß in einem sehr hohen Grade, daß die Aerzte Versuche mit ihr machen.

Die merkwürdigsten Erscheinungen einer Voltaischen Batterie, sind die chemischen Wirkungen und die Modi-

fikationen, die sie bei Körpern hervorbringt, die man ihren Wirkungen unterwirft, oder die sich in der Kette befinden. Ich will daher zuerst die einfachste Methode, die vornehmste dieser Erscheinungen, nämlich die Entwickelung des Gases aus dem Wasser, hervorzubringen beschreiben, weil von ihr die Art, wie man ähnliche Versuche anstellen muß, leicht abgeleitet werden kann, und dann noch die besonderen, diese chemischen Wirkungen betreffende Punkte, wie sie in dem Tagebuche des Königl. pneumatischen Institutes angegeben sind, meinen Lesern mittheilen, und erläuternde Anmerkungen beifügen.

AB, Fig. 19. Taf. XXIV., ist eine mit destillirtem Wasser angefüllte, an jedem Ende mit einem Korke versehene Glasröhre. EF ist ein Messing- oder Kupferdraht, der von dem einen Ende einer Voltaischen Batterie ausläuft, durch den Kork A geht, und in die Röhre hineinreicht. HG ist ein ähnlicher Draht, der von dem anderen Ende der Batterie ausläuft, und mit seinem Ende G dem Drahte F bis auf ungefähr einen oder zwei Zoll nahe kömmt.

Bei dieser Einrichtung des Apparats wird man sehen, daß Glasblasen in einem beständigen Strome von der Oberfläche G des von dem negativen Ende der Batterie ausgehenden Drahtes, nach dem oberen Theile der Röhre zu aufsteigen, und sich daselbst nach und nach ansammeln. Dies Gas ist Wasserstoffgas, und kann entzündet werden. Zu gleicher Zeit setzt der andere Draht F einen Strom von Oxyd in der Gestalt eines Dampfes oder einer Wolke ab, der sich in grünlicher Gestalt nach und nach in dem Wasser oder an den Seiten der Röhren anhäuft, und ein vollkommnes Oxyd des Messings ist. Der Draht F wird bald entfärbt und zerfressen. Wenn man die Kette unterbricht, so hört die Gas- und Oxyd-Erzeugung sogleich auf. — Schließt

man die Kette wieder, so erfolgt auch die Gaserzeugung u. s. w. wieder.

Diese Gaserzeugung kann man selbst bei einer Batterie bemerken, die aus nicht mehr als sechs oder acht Reihen von Silber, Zink und Wasser besteht. Kurz, sobald die Batterie stark genug ist, einen der Verbindungsdrähte zu oxydiren, so giebt der andere Draht Wasserstoffgas; vorausgesetzt, daß sich die Enden beider Drähte im Wasser befinden *).

Bei

*) Bei diesem Versuche scheint der Wasserstoff durch den mit dem negativen Ende der Batterie verbundenen Draht, von dem Wasser geschieden, und in den Zustaud eines Gases versetzt zu werden, und der Sauerstoff sich mit dem Drahte, der mit dem positiven Ende der Batterie zusammenhängt, zu verbinden und ihn zu oxydiren. Verbindet man das positive Ende der Batterie mit dem untern, und das negative mit dem obern Drahte der Röhre, so giebt der obere Draht den Wasserstoff und der untere wird oxydirt.

Wenn man sich bei diesem Versuche zweier Drähte von Gold oder Platina bedient, welche nicht oxydirt werden können, dann geht von beiden der Gasstrom aus, das Wasser wird vermindert und das gesammelte Gas besteht aus einer Mischung von Wasserstoff und Sauerstoff. Es knallt gewaltsam ab.

Man kann jede dieser beiden verschiedenen elastischen Flüssigkeiten besonders und unvermischt mit der andern auf folgende Art erhalten. Man lasse die Enden der beiden von der Batterie ausgehenden Drähte, in Wasser auslaufen, so, daß einer von dem andern ungefähr einen Zoll weit entfernt ist. Und stürze über jedes derselben ein kleines mit Wasser angefülltes Glas, wie bei Fig. 20. Taf. XXIV. angegeben ist †). — Indessen muß ich doch auch sagen, daß Priestley, welcher die Möglichkeit, daß sich Wasser in Wasserstoffluft und Sauerstoffluft verwandeln könne, nicht

†) In diese Gläser sammelt sich nämlich das sich entbindende Gas.

T.

Bei dem oben beschriebenen Apparate, muß durch den unteren Kork B ein kleines Loch gestochen werden, damit das Wasser während der Gaserzeugung herauslaufen könne.

„Bei allen Batterieen von der ersten Ordnung zeigen sich, wenn die Kette geschlossen ist, Veränderungen, welche die Entwickelung von Einflüssen bezeichnen, welche vermögend sind, von gemeinem Wasser Sauerstoff und Wasserstoff, Säure und Alkali, in verschiedenen Theilen der Reihen zu erzeugen.

So wird in der Batterie, die aus Reihen von Zinkplatten, Silberdrähten und gemeinem Wasser besteht, an allen Zinkplatten Zinkoxyd erzeugt, von den Silberdrähten aber Wasserstoff, und wenn das mit ihnen in Berührung befindliche Wasser mit rothem Kohlsaft gefärbt wird, wird es grün.

In der Batterie aus Silber, Gold, und schwacher Salpetersäure bestehend, wird das Silber aufgelößt und die Säure wird grün, und entwickelt an den Punkten, an denen sie mit dem Golde in Berührung ist, langsam Gas.

Die chemischen Wirkungen, die in zusammengesetzten Batterien der ersten Ordnung ausgeübt werden, kann man am besten beobachten, wenn man statt einiger Plattenpaare einzelne Metalldrähte einlegt, denn in diesem

zugiebt, glaubt daß bei diesen Versuchen die elastische Flüssigkeit ihren Ursprung von der in dem Wasser enthaltenen Luft habe, „weil, wie er sagt, die Gaserzeugung ganz aufhört, wenn der atmosphärischen Luft der Zutritt, durch auf das Wasser gegossenes Oel, oder durch einen luftleeren Raum versperrt wird." Es wird auch keine Luft erzeugt, wenn man das Wasser luftleer gemacht hat. Man sehe Nicholso'ns Journal für die Naturlehre. Merz. S. 198.

Falle sind die Veränderungen, die in den Reihen mit Drähten statt haben, genau denen ähnlich, die in den Reihen mit Platten bewirkt werden; indem nämlich Silber, und alle stärker oxydirte Metalle, im Wasser auf die gewöhnliche Art oxydirt werden, und Gold und Platina Sauerstoffgas entwickeln.

So wird, wenn in zwei kleine, durch eine feuchte thierische Substanz verbundene und mit destillirtem Wasser angefüllte Glasröhren, die Drähte von einer großen Batterie in der gehörigen Ordnung gesteckt werden, in der einen Wasserquantität Sauerstoff und in der anderen Wasserstoff, beinahe in den Proportionen erzeugt, in welchen beide Stoffe vorhanden seyn müssen, um Wasser durch Verbrennung zu bilden; wird der Prozeß einige Zeit unterhalten, und der Apparat der Atmosphäre dabei ausgesetzt, so wird das in der Sauerstoff gebenden Röhre befindliche Wasser, mit einer Säure, (welches offenbar salpetrigte Säure ist,) geschwängert, da im Gegentheile das in der Wasserstoff gebenden Röhre enthaltene Wasser ein Alkali in Auflösung enthält, welches sich in gewissen Fällen, als feuerbeständig gezeigt hat.

Einige Versuche scheinen es wahrscheinlich zu machen, daß die in Reihen erzeugten Wasserstoffquantitäten geringer und die Alkaliquantitäten größer sind, je nachdem die Berührungsflächen der am wenigsten oxydirbaren Metalle mit dem Wasser ausgedehnter sind.

Alle oxygenirten Auflösungen von Körpern, welche eine geringere Verwandtschaft zum Sauerstoffe als zum werdenden Wasserstoffe haben, werden zersetzt, wenn sie der Wirkung desjenigen Metalles ausgesetzt werden, das die Stelle des am wenigsten oxydirbaren Theiles der Reihe in dem zusammengesetzten Kreise einnimmt.

So kann Schwefel aus der Schwefelsäure ausgeschieden, und so können Kupfer und andere Metalle, aus

ihren Auflösungsmitteln in metallischer Gestalt niedergeschlagen werden *).

Was aber die chemischen Veränderungen betrifft, die bei Batterien von der zweiten Ordnung statt haben, so ist man bis jetzt noch wenig mit ihnen bekannt. Indessen scheint es sich doch aus verschiedenen Versuchen zu ergeben, daß die Gesetze, nach welchen sie bewirkt wer-

*) „Es ist sehr gut bekannt, daß Wasserstoffgas, in seinem werdenden Zustande, die Metalloxyde reduzirt. Dem zu Folge bemerkt man, wenn die Röhre Fig. 19. mit einer Auflösung von essigsaurem Blei in destillirten Wasser angefüllt und eine Kommunikation auf die oben beschriebene Art mit der Batterie bewirkt wird, bei dem, an dem negativen Ende der Batterie hervorgehenden Drahte keine Gasentbindung; nach Verlauf von wenigen Minuten aber, erscheinen an dem Ende dieses Drahtes schöne metallische Nadeln, die bald größer werden und die Gestalt des Farrnkrautes oder einer andern Pflanze annehmen. Das so abgetrennte Blei ist in seinem vollkommen metallischen Zustande und sehr glänzend;

„Wenn man eine Auflösung von schwefelsaurem Kupfer zu dem Versuche nimmt, so wird das Kupfer in seinem metallischen Zustande niedergeschlagen, anstatt aber in der Gestalt von Krystallen zu erscheinen, bildet es eine Art von Knopf, der fest an dem Ende des Drahtes hängt.

„Macht man den Versuch mit einer salpetersauren Silberauflösung, so wird das Silber in Gestalt eines schönen metallischen Pinsels niedergeschlagen, indem es in feinen nadelartigen Krystallen anschießt.“ Man sehe: Garnet's Annalen der Physik. B. 1. S. 19.

Wenn ein Stück Eisen in eine Auflösung von schwefelsaurem Kupfer gesteckt wird, so wird das letztere Metall in einer metallischen Gestalt niedergeschlagen und hängt sich an die Oberfläche des Eisens. Steckt man Silber in die nämliche Auflösung, so erfolgt keine Wirkung der Art; sobald aber die beiden Metalle, nämlich das Silber und das Kupfer, mit einander in Berührung gebracht werden, bekömmt das Silber einen Kupferüberzug. Philos. Transact. für 1801. — Wollastons Abhandlung. S. 428.

den, wesentlich von den Gesetzen derer verschieden sind, welche bei Batterien der ersten Ordnung statt haben.

So scheint, wenn metallische Drähte mit Wasser als Reihen in starkwirkende Batterien der zweiten Ordnung eingelegt werden, der den Sauerstoff erzeugende Einfluß bei dem Punkte an der Stelle desjenigen Theiles der Platte durchgelassen zu werden, welcher offenbar nicht fähig ist, oxydirt zu werden, da im Gegentheile der Wasserstoff an demjenigen Punkte entwickelt wird, wo der oxydirende Theil der ersten Reihe ist.

Die wirkende Kraft des Galvanischen Einflusses, welche chemische Veränderungen hervorbringt und elektrische Ladungen mittheilt, ist wahrscheinlich einigermaßen von der wirkenden Kraft verschieden, welche Funken hervorbringt und die Verbrennung von Körpern bewirkt.

Die eine scheint, (wenn alle andere Umstände ähnlich sind,) nur ein geringes Verhältniß zu der Oberfläche bei zusammengesetzten Kreisen zu haben, aber sie scheint in einem gewissen unbekannten Verhältnisse groß zu seyn, nachdem die Zahl der Reihen groß ist. Die Intensität der anderen scheint eben so sehr mit der Größe der Oberfläche der Reihen als mit ihrer Anzahl zusammen zu hängen *).

So sind die Schläge, welche acht aus Zink- und Silberplatten, ungefähr zehn Quadratzoll, und aus Tuchscheiben von der nämlichen Größe und mit verdünnter Salzsäure getränkt, zusammengesetzte Reihen, her-

*) Van Marum hat beobachtet, daß die Intensitäten von zwei Säulen, die eine gleiche Anzahl von Platten enthielten, durch das Elektrometer als gleich angegeben wurden, obgleich ihre Durchmesser das Verhältniß von einem und von fünf Zoll zu einander hatten. Auch schienen die Potenzen oder die Stärke der von beiden Batterien gezogenen Schläge gleich zu seyn. Bei der Schmelzung von Draht hatte jedoch der größere Durchmesser ein offenbares Uebergewicht.

vorbringen, kaum bemerklich, und die chemischen Veränderungen undeutlich, ob sie gleich so starke Funken geben, daß sie Eisendraht verbrennen; indeß vier und zwanzig Reihen ähnlicher Platten und Tuchscheiben, von ungefähr zwei Zoll im Gevierten, welche Schläge und chemische Wirkungen hervorbringen, deren Intensität mehr als dreimal so groß ist, durchaus kein Licht erzeugen.

Einen Maaßstab zur Bestimmung der Intensität der Potenz Galvanischer Batterien, chemische Veränderungen hervorzubringen, kann die Gasquantität abgeben, welche sie in einer gegebenen Zeit von dem Wasser zu entwickeln im Stande ist.

Die angegebenen Erfahrungen und Thatsachen, erlauben schwerlich noch an der Einerleiheit der Galvanischen Kraft und der vermittelst einer gewöhnlichen Elektrisirmaschine bewirkten oder aus den Wolken abgeleiteten Elektrizität zu zweifeln; aber was noch merkwürdiger ist, sie bringen auch die thierische Elektrizität, nämlich die Kraft des Zitterrochen, des Zitteraales u. s. w. auf den nämlichen Grundsatz zurück, da alle Erscheinungen der thierischen Elektrizität mit denen der Voltaischen Batterie übereinstimmen.

Die elektrischen Fische nämlich, geben den Schlag im Wasser, und eben das thut auch die Voltaische Batterie, wenn die beiden Enden der von ihr ausgehenden Drähte in das nämliche mit Wasser angefüllte Becken in einiger Entfernung von einander gelegt werden, und man die Hände in das Wasser steckt. Man fühlt dann den Schlag, von dem der größeste Theil nicht durch das Wasser, sondern durch den Körper, als den bessern Leiter, geht.

Der stärkste Schlag des Zitteraales wird schwerlich ganz durch eine Unterbrechung des Verbindungskreises gehen, und dies ist auch der Fall bei der Voltaischen Batterie.

Was aber am auffallendsten ist, ist, daß das elektrische Organ bei allen den genannten elektrischen Fischen gerade so wie eine Voltaische Batterie gebaut zu seyn scheint, indem es aus kleinen Lamellen oder Häutchen besteht, die in Säulen geordnet und durch Feuchtigkeit von einander getrennt sind *). Kurz, es scheint eine Voltaische Batterie zu seyn, die blos aus Leitern der zweiten Ordnung besteht, die aber ohne Zweifel verschiedene leitende Kräfte haben.

Obgleich die Voltaische Batterie alle Haupteigenschaften von der eigentlichen Elektrizität, nämlich den Funken, die Anziehung u. s. w. darstellt, so schien doch in Ansehung einiger Wirkungen, zum Beispiele der Zersetzung des Wassers, der Oxydirung der Metalle u. s. w. die Voltaische Säule von der gewöhnlichen Elektrizität beträchtlich verschieden zu seyn, diese anscheinenden Verschiedenheiten aber, sind durch einige sehr scharfsinnige Versuche und Beobachtungen des Doktor Wollaston, auf eine befriedigende Art vereinigt worden **).

Was die Zersetzung des Wassers betrifft, die man nur durch sehr starkwirkende Elektrisirmaschinen glaubte bewirken zu können, so vermuthete er sehr richtig, daß sie wohl, wenn man die Kommunikationsoberfläche reduzirte, durch minder stark wirkende Mittel, möchte bewirkt werden können, und diese Vermuthung wurde durch wirkliche Versuche als richtig bestätigt. Er sagt: „ich steckte einen kleinen Draht von feinem Golde, den ich eine so feine Spitze als mir möglich war, gegeben hatte, in eine haarfeine gläserne Röhre, und nachdem

*) Man sehe Hunter's Abhandlung über den Zitterrochen und den Zitteraal in dem 63sten und 75sten Bande der philos. Transaktionen.

**) Man sehe dessen schätzbare Abhandlung in den philosoph. Transaktionen für 1801. Art. XXII.

ich diese so erhitzt hatte, daß sie mit der Spitze zusammenhieng und sie überall bedeckte, schliff ich sie allmählig ab, bis ich mit einer Handlupe erkennen konnte, daß die Spitze des Golddrahtes blos geworden war.

Da der Erfolg dieser Methode meine Erwartung übertraf, so überzog ich mehrere Drähte auf die nämliche Art, und fand dann, daß, wenn vermittelst einer so verwahrten Spitze Funken von den Leitern durch Wasser gezogen werden, ein Funke, der durch eine Entfernung von $\frac{1}{8}$ Zoll geht, wenn die blosgelegte Spitze im Durchmesser nicht mehr als $\frac{1}{700}$ eines Zolles hat, Wasser zersetzt. Eine mit einer anderen Spitze, deren Durchmesser ich ungefähr auf $\frac{1}{1500}$ eines Zolles schätzte, bewirkte Reihe von Funken, deren Länge $\frac{1}{20}$ eines Zolles betrug, brachte einen Strom von kleinen Luftblasen zuwege.

Ich habe seitdem gefunden, daß der nämliche Apparat, mit einem Drahte von $\frac{1}{40}$ Zoll im Durchmesser, der auf die vorbeschriebene Art überzogen worden, Wasser setzt, wenn der von dem ersten Leiter kommende Funke, durch eine Weite von $\frac{4}{10}$ Zoll durch die Luft geht.

Er fand auch, daß mit einer den vorbeschriebenen ähnlichen, aber viel kleineren goldenen Spitze, die auf eine ähnliche Art im Wasser angebracht war, der bloße Strom der Elektrizität, ohne den geringsten Funken, machte, daß ein Strom von sehr kleinen Blasen von dem Ende der goldenen Spitze ausgieng.

Nachdem ich eine Karte mit einem starken Aufguß von Lackmus gefärbt hatte, ließ ich einen Strom elektrischer Funken, vermittelst zweier goldenen Spitzen, welche die Karte, einen Zoll weit von einander entfernt, berührten, darüber hingehen. Die Wirkung, die wie in anderen Fällen, von der Kleinheit der Wasserquantität abhängig ist, war am besten zu unterscheiden, wenn die Karte beinahe trocken war. In diesem Zu-

stande, waren schon sehr wenige Umschwingungen der Maschine hinreichend, bei dem positiven Drahte eine Röthe hervorzubringen, die man sehr gut mit dem bloßen Auge sehen konnte. Da hierauf der negative Draht auf dieselbe Stelle gebracht wurde, stellte er bald die der Tinktur natürliche blaue Farbe, wieder her."

Doktor Wollaston bemerkt auch, daß die Elektrizität der Voltaischen Batterie und die einer gewöhnlichen Elektrisirmaschine, einander noch in einem anderen Punkte sehr ähnlich sind, nämlich darinnen, daß beide von der Oxydation abzuhängen scheinen. Und in der That wirkt eine gewöhnliche Elektrisirmaschine mehr oder weniger stark, je nachdem das auf dem Reiber derselben angebrachte Amalgama aus Metallen besteht, die mehr oder weniger oxydirt werden können.

Weder mit Vermuthungen über die Art, wie die Oxydation metallischer Substanzen Elektrizität erzeugen kann, noch auch mit den, den Galvanismus betreffenden Hypothesen, will ich nun meine Leser weiter aufhalten. Er ist zwar eine neue Entdeckung, aber er hat auch einen ausgebreiteten Einfluß und scheint dem Fleiße sorgfältiger Versuchansteller eine reiche Belohnung zu versprechen — aber der Gegenstand ist doch auch noch in viele Zweifel und große Dunkelheit gehüllt *).

*) Die Leser finden fast alle Entdeckungen, Meinungen und Hypothesen über diesen Gegenstand so wie sie nach und nach bekannt worden sind in Gilberts schätzbaren Annalen der Physik. In Deutschland hat sich um die Bearbeitung des Galvanismus Ritter sehr verdient gemacht, und von diesem trefflichen Gelehrten dürfen wir einst ein vollständiges Werk über diesen Gegenstand erwarten.

T.

Zweiter Abschnitt.

Von dem Magnetismus.

Natürlichen Magnet oder Magnetstein, hat man einen harten mineralischen Körper von einer dunkelgrauen oder dunkelbraunen und zuweilen fast schwarzen Farbe genannt, und dieses Mineral, welches in Eisenerz ist, hat seit undenklichen Zeiten wegen seiner höchst merkwürdigen und höchst nützlichen Eigenschaften, die es von Natur besitzt, und die daher magnetische Eigenschaften genannt werden, mit Recht die Aufmerksamkeit des Menschengeschlechtes auf sich gezogen *).

*) Einige alte Schriftsteller leiten die Benennung Magnet, von dem Namen eines Schäfers ab, der dieses Mineral, wie die Sage versichert, zuerst auf dem Berge Ida entdeckt haben soll. In den Zeiten des Alterthums wurde es, wegen seiner Eigenschaft das Eisen anzuziehen, welches in der Griechischen Sprache σιδερος (Sideros) heißt, Siderit genannt. Pythagoras, Aristoteles, Euripides und andere, nannten es den herakleischen Stein, nach der Stadt Heraklea oder Magnesia in den alten Lydien, wo es zuerst gefunden worden seyn soll. In neueren Zeiten hat man es auch wegen seines Nutzens den es für die Schiffahrt hat, Schifferstein genannt.

T.

Die magnetischen Eigenschaften können auch anderen Körpern auf mehr als eine Art, und zwar so mitgetheilt werden, daß sie gleich natürlichen Magneten wirken und deswegen auch künstliche Magnete genannt werden. Aber diese magnetischen Eigenschaften scheinen doch auf keine andere Substanz als auf das Eisen einen entschiedenen wirksamen Einfluß zu haben *); daher sind die Magnete, die natürlichen sowohl als die künstlichen, und auch die Körper, auf welche sie wirken, entweder Eisen in seinem reinen Zustande, oder solche zusammengesetzte Körper, welche Eisen enthalten. Wenigstens sind die Ausnahmen sehr zweideutig.

Jeder Magnet, er sey nun ein natürlicher oder ein künstlicher, besitzt allezeit die folgenden charakteristischen Eigenschaften, die von seiner Natur unzertrennlich sind, so, daß kein Körper ein Magnet genannt werden kann, der nicht alle diese Eigenschaften zu gleicher Zeit besitzt, auch hat man nie einen Magnet gesehen, der nur eine oder einige derselben gehabt hätte.

1) Ein Magnet zieht Eisen und eisenhaltige Körper an.

2) Wenn ein Magnet in eine solche Lage gebracht wird, daß er sich mit hinlänglicher Freiheit bewegen kann, wenn er, zum Beispiele, an einem Faden aufgehängt wird ꝛc., so dreht er einen und beständig den nämlichen Theil seiner Oberfläche gegen den Nordpol der Erde, oder doch gegen einen nicht weit von demselben entfernten Punkt, und folglich den entgegenge-

*) Es ist jetzt doch erwiesen, daß auch der Nickel und Kobalt, sobald beide in reinem metallischen Zustande sind, von dem Eisen angezogen werden und auch selbst zu Magneten werden können.

T.

setzten Theil seiner Oberfläche gegen den Südpol der Erde, oder doch gegen einen nicht weit von diesem entfernten Punkt. Man nennt daher diese Theile des Magnetes die Pole desselben, und zwar jenen den Nordpol, und diesen, den Südpol, und diese Eigenschaft selbst, wird die richtende Kraft oder die Polarität des Magnets genannt, und wenn ein magnetischer Körper sich selbst in diese Richtung versetzt, so sagt man, daß er traversire. Eine auf den Horizont perpendikulare Ebene, welche durch die Pole eines Magnets, wenn diese in ihrer natürlichen Richtung stehen, geht, heißt der magnetische Meridian, und der Winkel, welchen der magnetische Meridian mit dem Meridian des Orts macht, wo der Magnet steht, wird die Abweichung des Magnets oder gewöhnlicher: die Abweichung der Magnetnadel an dieser Stelle genannt, weil die künstlichen Magnete, deren man sich gewöhnlich zur Beobachtung dieser Eigenschaft bedient, gewöhnlich sehr dünn und zuweilen wirkliche Nähnadeln sind, die man magnetisch gemacht hat.

3) Wenn zwei Magnete so gegen einander gerichtet werden, daß der Nordpol des einen dem Südpol des andern zugekehrt ist, so ziehen sie einander an; wird aber der Südpol des einen dem Südpol des anderen entgegengerichtet, oder die Nordpole beider einander genähert, so stoßen sie sich einander ab. Mit einem Worte: gleichnamige magnetische Pole stoßen einander ab, und ungleichartige ziehen einander an.

4) Wenn ein Magnet ganz frei beweglich ist, so, daß er sich richten kann wie er will, so neigt er gewöhnlich den einen seiner Pole gegen den Horizont und erhebt folglich den andern über ihn. Dies wird die Neigung des Magnets oder der Magnetnadel genannt.

5) Man kann es durch schickliche Methoden bewirken, daß ein Magnet diese Eigenschaften an Eisen oder Stahl und mit einem Worte, an die meisten eisenhaltigen Körper mittheilt.

Die Beschreibung der besonderen Gesetze, nach denen sich diese Eigenschaften richten, die Angabe des Nutzens, den sie haben, und die Aufzählung der zu magnetischen Versuchen nöthigen Instrumente — das wird den Inhalt der folgenden Kapitel dieses Theiles ausmachen.

Erstes Kapitel.

Von der magnetischen Anziehung und Abstoßung.

Wenn ein hinlänglich kleines Stück Eisen oder Stahl, oder von einer anderen eisenhaltigen Substanz, einem der Pole eines Magnets, es sey dieser ein künstlicher oder ein natürlicher, innerhalb einer gewissen Entfernung genähert wird, so wird es von demselben angezogen und zwar so, daß es an dem Magnet hängen bleibt, und sich nicht ohne eine sichtbare Anstrengung davon trennen läßt.

Diese Anziehung nun ist gegenseitig; das heißt: Das Eisen zieht den Magnet eben so stark an, als dieser das Eisen; denn wenn man beide von einander getrennt auf zwei verschiedene Stücken Holz oder Kork legt und diese in einiger Entfernung von einander auf Wasser setzt und sie darauf schwimmen läßt, so wird man se-

hen, daß sich der Magnet eben so gut nach dem Eisen zu, als dieses sich nach dem Magnet zu bewegt, und hält man das Eisen an irgend einer Stelle fest, so wird sich der Magnet gegen dasselbe bewegen.

Die Stärke oder der Grad der magnetischen Anziehung ist nach den Umständen verschieden; ein Magnet zieht, zum Beispiele ein Stück weiches und reines Eisen stärker als andere eisenhaltige Körper von gleicher Gestalt und gleichem Gewichte an, besonders solche, die von härterer Natur sind, und so werden auch harter Stahl oder harte Eisenerze nicht so stark als weicher Stahl, und dieser wieder nicht so stark als Eisen angezogen. Oxygenirtes Eisen wird in eben dem Verhältnisse schwächer angezogen, in welchem es mit mehr Sauerstoff verbunden ist.

Wenn man mit einem Stück Eisen nach und nach alle die verschiedenen Theile der Oberfläche eines Magnets berührt, so wird man finden, daß die Anziehung am stärksten bei den Polen desselben ist; daß sie immer schwächer wird, je weiter die Theile der Oberfläche von den Polen entfernt sind, und daß sie kaum noch merklich an denjenigen Theilen ist, die gleichweit von den Polen liegen.

Die Anziehung ist am stärksten an der Oberfläche der Magnets, und wird immer schwächer, je weiter der Körper von ihr entfernt wird. Wird, zum Beispiele, mit einem der Pole eines hinlänglich starken Magnets ein Stück Eisen in Berührung gebracht, so hängt es fest mit ihm zusammen und es ist immer ein gewisser Grad von Gewalt erfoderlich, um es davon zu trennen. Wird aber eben dies Stück Eisen in einer gewissen Entfernung des nämlichen Pol's des Magnets gehalten, so wird man zwar ebenfalls bemerken, daß er es anzuziehen strebt, daß aber ein viel geringerer Grad der Gewalt erfoderlich ist, um dies zu verhindern, als im er-

sten Falle müßte angewendet werden, das Eisen und den Magnet zu trennen, und je mehr man die Entfernung vergrößert, desto mehr wird die anziehende Kraft vermindert. Was aber hierbei sehr merkwürdig ist, ist dies, daß das Gesetz, nach welchem diese Verminderung der anziehenden Kraft erfolgt, noch nicht mit Gewißheit hat können ausgemittelt werden, ungeachtet eine sehr große Menge von Versuchen ausdrücklich zu diesem Zwecke ist gemacht worden. Einige Naturkundiger haben nämlich gefunden, daß sie in dem Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen abnehme; andere meinen, daß sie in dem Verhältnisse der Würfel der Distanzen sich verminere und noch andere glauben entdeckt zu haben, daß sie nach einem anderen Verhältnisse innerhalb einer gewissen Entfernung und wieder nach einem anderen über dieser Entfernung hinaus schwächer werde. Diese Verschiedenheit der Resultate kömmt von der Verschiedenheit der Kräfte und der Formen sowohl der Magnete als des Eisens her; denn, da die Anziehung des Ganzen eine Folge der Anziehung der Theile ist, so folgt natürlich daraus, daß, wenn man ein Stück Eisen allmählig von dem Magnet entfernt, die Entfernungen zwischen den nächsten Theilen in dem einen Verhältnisse größer werden müssen, indeß die Entfernungen zwischen anderen in einem anderen Verhältnisse größer werden, und daß sich diese Verhältnisse nothwendig auch mit der Veränderung der Magnete oder der Formen des Eisens verändern müssen. — Das einzige, was man in dieser Rücksicht behaupten kann, ist: daß die anziehende Kraft schneller als in dem bloßen Verhältnisse der Entfernungen abnehme *).

*) Versuche dieser Art werden auf die Art gemacht, daß man einen Magnet an dem einen Wagebalken einer Wage befestiget, und das Eisen in verschiedenen Entfernungen unter dem

Es giebt in Ansehung der Gestalt und des Gewichtes des Eisens eine gewisse Grenze, bei der ein gegebenes Stück Eisen am stärksten, (nämlich stärker als ein kleineres oder größeres ein mehr oder weniger ausgedehntes Stück Eisen,) von einem gegebenen Magnet angezogen wird, aber diese Grenze kann blos durch wirkliche Versuche bestimmt werden. Ein einzelnes Stück Eisen wird stärker angezogen, als wenn es in verschiedene Theile getheilt wird, und diese zusammen dem Magnet dargestellt werden.

Man hat gefunden, daß die Anziehung zwischen den verschiedenen Polen zweier Magnete von einer größeren Entfernung aus anfängt, aber, wenn sie nun mit einander in Berührung sind, auch schwächer ist, als zwischen weichem Eisen und einem Magneten.

Nur die gleichen Pole verschiedener Magnete stoßen einander ab. Wird daher der Nordpol des einen Magneten dem Nordpole des anderen, oder der Südpol des einen dem Südpole des anderen entgegen gerichtet, so stoßen sie einander ab, und zwar beinahe mit einer eben so großen Kraft, als die ungleichnamigen oder freundschaftlichen Pole einander anziehen würden *). Indessen tritt doch auch oft der Fall ein, daß auch Magnete, deren gleichnamige Pole einander genähert werden, entweder einander anziehen, oder eine vollkommene Gleichgültigkeit zeigen. Erscheinungen der Art nun scheinen dem oben angegebenen allgemeinen Gesetze zu widersprechen, allein folgende Thatsachen werden diese Schwierigkeit heben.

Magnet anbringt, in die andere Wagschale aber Gewichte legt und durch sie die Anziehung bestimmt.

*) Die Abnahme dieser abstoßenden Kraft nach der Vermehrung der Entfernung zwischen den beiden Magneten, ist eben so unbestimmt als die oben erwähnte Abnahme der anziehenden Kraft.

Wenn ein Stück Eisen, oder ein Stück von einer anderen eisenhaltigen Substanz einem Magnet bis auf eine gewisse Entfernung genähert wird, so wird es selbst ein Magnet, indem es die Pole, die anziehende und abstoßende Kraft u. s. w. wie ein anderer Magnet bekömmt. Derjenige Theil desselben, welcher dem Magnet am nächsten ist, bekömmt eine entgegengesetzte Polarität, und der ihm gegenüber befindliche, die nämliche. Wenn zum Beispiele AB Fig. 1. Taf. XXV. ein längliches Stück Eisen wäre, und man brächte es in die Nähe des Nordpols N, des Magnets NS, so würde dieses Stück dieses Eisen, so lange es sich in dem Wirkungskreis des Magnets befände, alle Eigenschaften eines wirklichen Magnets haben, und das Ende A desselben würde ein Südpol, das heißt: ein dem nächsten Pole N des Magneten entgegengesetzter, das Ende B aber ein Nordpol seyn. Wie man sich hiervon überzeugen kann, wird in der Folge gezeigt werden.

Der Magnetismus, der bei weichem Eisen dadurch hervorgebracht wird, daß man es dem Einflusse eines Magnetes aussetzt, dauert nur so lang, als dasselbe in dieser Lage bleibt, und verschwindet augenblicklich, sobald das Eisen aus der Nähe des Magnet's entfernt wird. Ganz anders aber verhält sich der Fall mit hartem Eisen und besonders mit Stahl; denn je härter das Eisen oder der Stahl ist, desto bleibender ist auch der dem einen oder dem anderen, durch den Einfluß eines Magnetes mitgetheilte Magnetismus. Wenn, zum Beispiele ein Stück weiches Eisen und ein Stück harter Stahl, welche beide einander an Gestalt und Größe vollkommen gleich sind, in einerlei Entfernung dem Einflusse eines Magnet's ausgesetzt werden, so wird das Eisen nicht nur stärker angezogen werden, sondern auch stärker magnetisch erscheinen als der Stahl, sobald aber der Magnet entfernt wird, wird auch das Eisen augenblicklich

blicklich seinen Magnetismus verlieren, da der Stahl den seinigen für eine lange Zeit behalten, und dadurch ein künstlicher Magnet werden wird.

Aus diesen Thatsachen ergeben sich drei unwidersprechliche Folgerungen, nämlich: 1) daß es keine magnetische Anziehung giebt als blos zwischen den entgegengesetzten, (oder freundschaftlichen) Polen von Magneten; denn das Eisen oder andere eisenhaltige Körper, die dem Magnet dargestellt worden, müssen selbst erst Magnete werden, ehe sie angezogen werden; 2) es ergiebt sich nach jenen Thatsachen, warum ein Magnet ein Stück weiches Eisen stärker anzieht, als ein Stück hartes, und noch stärker als ein Stück Stahl, nämlich weil das letztere, wenn es in den Wirkungskreis eines Magnets gebracht wird, nicht so stark oder so leicht magnetisch wird, als das weiche Eisen; und 3) daß die magnetische Abstoßung nur zwischen gleichnamigen Polen statt haben kann. Denn, wenn zum Beispiele, der Nordpol des einen Magneten, den Pol, welchen man für den Nordpol eines anderen hält, nicht anzuziehen oder abzustoßen scheint, oder ihn wirklich anzieht, so haben sich in diesem Falle entweder die beiden Nordpole oder die beiden Südpole einander vernichtet, oder die überlegene Kraft des einen der Magnete, hat die Pole des schwächeren wirklich verändert. Dies ist durch wirkliche Versuche außer allen Zweifel gesetzt und bewiesen worden.

Weder die magnetische Anziehung noch die magnetische Abstoßung wird durch dazwischen gebrachte andere Körper, das Eisen oder solche Körper, die dergleichen enthalten ausgenommen, auch nur im mindesten vermindert oder auf andere Art angegriffen.

Auch werden die Eigenschaften des Magnet's, weder durch die Gegenwart noch durch die Abwesenheit der Luft verändert.

Wärme schwächt die Kraft eines Magnet's, und darauf folgende Erkältung stellt sie zwar wieder her, aber doch nicht ganz in dem vorigen Grade. Weißglühhitze zerstört sie gänzlich oder doch beinahe, woraus man sieht, daß die Kräfte der Magnete beständig veränderlich seyn müssen. Wenn das Eisen vollkommen rothglühend oder weißglühend ist, wird es, wie ich durch völlig entscheidende Versuche mich überzeugt habe, nicht von dem Magnet angezogen; die anziehende Kraft aber beginnt zu wirken, sobald das Rothglühen anfängt aufzuhören.

Die anziehende Kraft eines Magnet's kann dadurch beträchtlich verstärkt werden, daß man ihm nach und nach ein immer schwereres Gewicht anhängt, und ihm dabei zugleich in einer gehörigen Lage, zum Beispiele, den Nordpol immer nach Norden gerichtet, u. s. w. erhält. Und eben so kann im Gegentheile seine Kraft dadurch geschwächt werden, daß man ihm eine falsche Richtung giebt, oder ihm zu wenig oder gar kein Eisen anhängt.

In den nördlichen Gegenden der Erde, scheint der Nordpol eines Magnet's eine größere Kraft zu haben, als der Südpol desselben, und von den südlichen Theilen der Erde sagt man dagegen, daß der entgegengesetzte Fall statt habe.

Unter den natürlichen Magneten, besitzen gewöhnlich die kleinsten nach dem Verhältnisse ihrer Größe, eine stärkere anziehende Kraft, als die größeren. Ich habe einen kleinen Magnet, der nur ungefähr sechs oder sieben Gran wog, gesehen, der so stark war, daß er ein Gewicht von etwa dreihundert Gran aufheben konnte. Magnete die schwerer sind als zwei Pfund, heben selten

ein Stück Eisen auf, welches das zehnfache ihres Gewichtes beträgt.

Man findet oft, daß ein aus einem größeren natürlichen Magnet herausgeschnittenes kleineres Stück, ein größeres Gewicht von Eisen heben kann, als der ganze große Stein selbst, welches von der Ungleichartigkeit der Theile des Letzteren herrührt, wobei es so leicht seyn kann, daß gerade der herausgeschnittene Theil der reinste ist.

Da beide Pole eines Magnet's zusammen ein viel größeres Gewicht ziehen als ein Pol allein, die beiden Pole eines Magnet's aber gewöhnlich auf einander entgegengesetzten Theilen seiner Oberfläche liegen, so daß es nicht möglich ist ein und dasselbe Stück Eisen mit beiden zugleich in Verbindung zu bringen, so befestigt man gewöhnlich an jedem ein breites Stück von weichem Eisen, so daß diese Eisenstücke an einer und derselben Seite des Magnet's hervorstehen; dadurch werden sie selbst magnetisch, und man kann nun an ihnen leicht ein Stück Eisen oder ein Gewicht anbringen. Man befestigt diese Eisenstücke an dem Steine gewöhnlich vermittelst einer messingenen oder silbernen Schraube. Ein so eingerichteter Magnet, heißt dann ein armirter oder gewaffneter Magnet, und die beiden Eisenstücke, werden die Armatur desselben genannt.

Fig. 2. Taf. XXV. ist ein bewaffneter Magnet abgebildet. AB ist der Magnet; CD, CD die Armatur, oder die beiden Stücken von weichem Eisen DDD sind die Hervorragungen derselben, an welche das Gewicht F gehängt wird. Die Punkte ECDCD, stellen die messingene Kapsel vor, die mit einem Ringe E versehen ist, um den bewaffneten Magnet damit aufhängen zu können.

Künstliche Magnete werden, wenn sie gerade sind, zuweilen auf die nämliche Art bewaffnet; gewöhnlicher aber werden sie in Gestalt eines Hufeisens gemacht.

Dann befinden sich die Pole an den abgestumpften Enden wie bei N und S von Fig. 3. Taf. XXV., und es ist einleuchtend, daß sie bei dieser Form keiner Bewaffnung bedürfen.

Ich habe oben gesagt, daß der Magnet blos Eisen oder solche Körper anziehe, die Eisen enthalten, und da nun alle natürliche Körper Eisen enthalten, so ist es eben deswegen einleuchtend, daß der Magnet eine große Menge von Körpern stärker oder schwächer anziehen muß, je nachdem sie mehr oder weniger Eisen enthalten und dieses eine verschiedene Qualität oder Beschaffenheit hat. Es ist in der That wunderbar zu bemerken, welch eine kleine Quantität von Eisen schon hinreichend ist, um zu machen, daß ein Körper von einem Magnet kann angezogen werden. Indessen muß man doch auch zugeben, daß daraus, daß jeder Körper welcher Eisen enthält, in gewisser Maaße von dem Magnet angezogen wird, noch gar nicht folgt, daß kein anderer Körper von ihm angezogen werden könne. Die Erfahrung lehrt vielmehr, daß es eine große Menge von Substanzen giebt, die in einem sehr schwachen Grade von dem Magnete angezogen werden, ob sie gleich gar kein Eisen oder doch nur eine außerordentlich kleine Quantität desselben, die noch dazu äußerst zertheilt und oxydirt ist, zu enthalten scheinen. Will man diese schwache Anziehung bemerklich machen, so muß man diese Substanzen auf ein Stück Papier oder einen leichten Korkspahn gelegt, auf Wasser schwimmen lassen und ihnen einen starken Magneten von der Seite her allmählig und zuweilen bis auf den zehnten Theil eines Zolles nähern. Auf diese Art wird man finden, daß die folgenden Substanzen, nämlich meistens metallische Erze, und besonders wenn sie vorher dem Feuer ausgesetzt worden, einigermaaßen von dem Magnet angegriffen werden. Zink, Wismuth und besonders Kobalt, werden

eben so gut als ihre Erze fast immer angezogen. Von den Erden wird die Kalkerde am schwächsten angezogen, wenn sie überhaupt angezogen wird, und die Kieselerde am häufigsten. Der Rubin, der Chrysolit und der Turmalin, werden angezogen. Der Smaragd und besonders der Granat, werden nicht blos angezogen, sondern bekommen auch oft eine bleibende Polarität. Der Opal wird nur schwach angezogen. Bernstein und andere brennbare Mineralien werden, besonders nach der Verbrennung, angezogen. Auch die meisten thierischen und vegetabilischen Substanzen, werden nach der Verbrennung angezogen. Selbst der Ruß und der Dufft der gewöhnlich auf alles fällt, was der Atmosphäre ausgesetzt worden, wird merklich von dem Magnet angezogen *).

Seit funfzehn Jahren habe ich verschiedene, die magnetische Anziehung betreffende merkwürdige Thatsachen entdeckt, von denen folgende die wichtigsten sind:

Die meisten Messingproben die nicht von dem Magnet angezogen werden, zieht er, wenn sie gehämmert, also durch Schlagen mit einem Hammer oder einem Steine oder etwas anderem gehärtet werden, in diesem gehärteten Zustande an. Wird ein solches Stück Messing im Feuer wieder weich gemacht, so wird es nicht mehr angezogen; ein wiederholtes Hämmern macht, daß es wieder angezogen wird und so fort.

Die meisten ächten Platinakörner haben die nämliche Eigenschaft. Durch Hämmern nämlich werden sie eben so wie das Messing fähig gemacht, von dem Magnet an-

*) Man sehe: Brugmann von der magnetischen Verwandtschaft. Seine Versuche sind seit einigen Jahren bekannt gemacht worden, und neuerlich ist diese schwache Anziehung unter einer anderen Gestalt, als eine neue Entdeckung angegeben worden. Man sehe: La Decade philosophique N. 21., oder die Tagebücher des Brittischen Königl. Instituts N. 8.

gezogen zu werden, und die Wärme entzieht ihnen diese Eigenschaft wieder.

Die Anziehung zwischen Eisen und dem Magnet, wird durch die Einwirkung der Salpetersäure und besonders der Schwefelsäure auf das Eisen während des Aufbrausens vermehrt. Um diesen Versuch zu machen, wurde das Eisen in einem dazu schicklichen Gefäße, dem einen Ende einer magnetischen Nadel, (nämlich eines leicht aufgehängten magnetischen Stabes,) nahe gelegt, welche durch die Nähe des Eisens ein wenig von ihrer natürlichen Richtung abgebeugt wurde. Wurde nun verdünnte Schwefelsäure auf das Eisen gegossen und erfolgte die Aufbrausung, so bewegte sich die Magnetnadel ein wenig gegen das Eisen, zum Beweise: daß die Anziehung durch die Wirkung der Säure verstärkt wurde. Die Salpetersäure brachte die nämliche Wirkung nur nicht in gleicher Stärke hervor. Wenn das Aufbrausen beinahe geendigt war, so stand die Nadel weiter von von dem Eisen ab als vorher, ehe die Säure darauf geschüttet wurde, welches ohne Zweifel dem Umstande zuzuschreiben ist, daß das Eisen in einem oxydirten Zustande bleibt *).

*) Man sehe über diese Entdeckungen die philos. Transaktionen B. 76 und 77.

Zweites Kapitel.

Von der Polarität des Magnets.

Es giebt keinen Magnet der nicht einen Nordpol und einen Südpol hätte, wohl aber tritt oft der Fall ein, daß ein und derselbe Magnet, mehr als zwei Pole, nämlich zwei oder mehr Nordpole und eben so viel oder wenigstens eben so viel Südpole, oder einen Südpol mehr oder weniger auf seiner Oberfläche hat, welches hauptsächlich von der unregelmäßigen Gestalt des Magnet's herkömmt.

Diese verschiedenen Pole kann man dadurch erkennen und unterscheiden, daß man die verschiedenen Theile der Oberfläche des zu untersuchenden Magnet's einem gegebenen Pole (zum Beispiele dem Nordpole) eines leicht aufgehängten dünnen Magnetes nähert und beobachtet, welche Theile ihn anziehen und welche ihn abstoßen, denn die letzteren müssen, in dem angenommenen Falle, Nordpole, die ersteren aber Südpole seyn.

Zuweilen, obgleich nicht oft, findet man, daß zwei gleichnamige und gleichstarke Pole an den entgegengesetzten Enden eines Magnet's liegen, und daß ein ungleichnamiger Pol in der Mitte liegt, und in diesem Falle zeigt der Magnet keine Neigung sich in den magnetischen Meridian zu versetzen. Gute Magnete aber, die von einem gleichförmigen Gewebe und einer gleichförmigeu Gestalt sind, haben nur zwei Pole, und diese liegen an zwei einander entgegengesetzten Punkten ihrer Oberflächen, so daß eine Linie, die von dem einen bis zu dem andern gezogen wird, durch den Mittelpunkt des Magnet's geht *).

*) Man muß dies nicht so verstehen, als ob die Polarität eines Magnets blos in zwei Punkten seiner Oberfläche ihren

Diese Linie wird die Axe und der Durchschnitt seiner Oberfläche, den eine auf die Axe senkrechte und sie in zwei gleiche Theile theilende Ebene macht, der Aequator des Magnet's genannt. So haben die Physiker den Magneten die Pole, den Aequator und auch die Meridiane der Erde beigelegt, und um die Vergleichung vollkommen zu machen, hat man den Magneten oft eine Kugelform gegeben, und die Pole, den Aequator und die Meridiane u. s. w. auf ihrer Oberfläche bezeichnet. So gestaltete Magneten hat man Terrellen, das heißt: kleine Erden genannt.

Wenn ein Magnet der zwei Pole hat, frei aufgehängt oder so auf Wasser gelegt wird, daß er darauf schwimmen kann, und es ist kein Eisen in seiner Nähe befindlich, so wird er sich von selbst in den magnetischen Meridian versetzen, das heißt: er wird seinen Nordpol gegen die nördlichen Theile der Erde und folglich seinen Südpol gegen die südlichen richten, und dies wird er in jedem Theile der Erde thun.

Diese wunderbare Eigenschaft des Magnet's, macht den nützlichsten Theil unsrer Kenntnisse vom Magnetismus aus; denn sie ist es, die die Seefahrer in den Stand setzt ihre Schiffe durch ungeheure Meere, fern von dem festen Lande, nach jeder beliebigen Richtung zu führen, sie leitet auch den Bergmann bei seinen unterirdischen Arbeiten und führt den Reisenden durch Wüsten, die ihm sonst unzugänglich und undurchdringlich bleiben würden.

Sitz habe, denn wirklich besitzt die Hälfte oder ein großer Theil des Magnets die eine Art der Polarität (oder, welches eben das ist, die Eigenschaft, den gleichnamigen Pol eines andern Magnet's abzustoßen) und der übrige Theil des Magnet's besitzt die andere Polarität. Die Pole sind *also* diejenigen Punkte, bei welchen diese Kraft am stärksten ist.

Zur Erreichung dieser Absicht bedient man sich allgemein der Methode: daß man einen Magnet, es sey nun ein künstlicher oder ein natürlicher, so aufhängt, daß er sich frei bewegen kann, da er sich dann von selbst sehr nahe nach Norden und Süden richtet, so daß nun der Seefahrer den Lauf seines Schiffes nach Maasgabe der Richtung seines Magnets bestimmen kann. Soll zum Beispiele ein von einem gewissen Platze auslaufendes Schiff nach einem anderen Platze, der jenem genau gegen Westen liegt, gehen, so muß es der Schiffer so regieren, daß der Lauf desselben mit der Richtung des Magnets immer rechte Winkel macht, indem er den Nordpol des Magnet's an der rechten Seite des Schiffes und folglich den Südpol an der linken Seite desselben behält; denn da der Magnet oder die Magnetnadel gegen Norden und gegen Süden liegt, so ist die Richtung Ost und West, als der beabsichtigte Lauf des Schiffes, gerade senkrecht auf dieselbe. Und so läßt sich denn auch leicht bestimmen wie das Schiff steuern muß, wenn es eine andere Richtung nehmen soll.

Ein zu dieser Absicht gehörig eingerichteter und in einem schicklichen Büchschen eingeschlossener künstlicher stählerner Magnet, wird die Magnetnadel, oder der Schifferkompaß, oder der Seekompaß oder auch blos der Kompaß genannt *).

*) Es ist nicht mit Gewißheit bekannt, wenn und von wem diese wunderbare Eigenschaft des Magnet's ist entdeckt worden. Die wahrscheinlichsten Nachrichten davon scheinen zu beweisen, daß man sie schon im Anfange des dreizehnten Jahrhunderts gekannt hat, und daß die ersten Seekompasse, wenigstens in Europa, von einem Neapolitaner Namens Flavius oder Johann von Gioja oder Giova oder Gira, der ebenfalls im dreizehnten Jahrhundert lebte, gemacht worden.

Obgleich in dem Theile der Erde der Nordpol des Magnets gegen die nördlichen Theile und der Südpol gegen die südlichen Theile gerichtet ist, so kömmt doch diese Richtung selten genau mit der Richtung der Erdpole überein, oder mit anderen Worten: Der magnetische Meridian und der wahre Meridian an irgend einem gegebenen Platze, treffen selten zusammen. Der Winkel, den beide machen, wird der Abweichungswinkel oder die Abweichung der Magnetnadel genannt, und diese Abweichung heißt die östliche oder die westliche, je nachdem der Nordpol der Nadel ostwärts oder westwärts von dem astronomischen Meridian des Ortes abgerichtet ist.

Diese Abweichung ist an verschiedenen Orten sowohl des festen Landes als des Meeres verschieden, und selbst an einem und demselben Orte beständig veränderlich. Zum Beispiele: die Abweichung in London ist anders als die in Paris oder in Indien, und in London oder an irgend einem anderen Orte, ist sie jetzt nicht mehr so, wie sie vor einigen Jahren gewesen ist. Ja man kann diese Veränderung der Abweichung selbst während des Zeitraums einer oder zweier Stunden bemerken, oder eigentlicher zu reden: der magnetische Meridian verändert in jedem Theile der Erde beständig seine Lage *). Die Ursache davon aber liegt nicht etwa an der verschiedenen Einrichtung der Magnetnadel, denn alle gute Magnetnadeln behalten an einerlei Ort und zu einerlei Zeit auch immer einerlei Richtung.

Die Abweichung und die Veränderung derselben, ist in verschiedenen Theilen der Erde so ungewiß oder unbestimmt, daß sie sich nicht voraussagen läßt, und daher blos durch einen wirklichen Versuch ausgemittelt

*) Diese Veränderung der Abweichung, entdeckte Columbus auf seiner ersten Reise nach Amerika, in dem Jahre 1492.

werden muß, und dieser Umstand ist der Schiffahrt nicht wenig nachtheilig. Zwar suchen Seefahrer und andere Beobachter die Abweichung in verschiedenen Weltgegenden zu bestimmen, und diese Abweichungen werden auf Land- und Seekarten bemerkt und in Schriften u. s. w. aufgezeichnet, allein sie sind doch, wegen der beständigen Veränderung, nur für wenige Jahre brauchbar *). Man hat auch bis jetzt noch nicht entdecken können, daß diese Veränderung oder dieses Fluktuiren der Abweichung sich nach einem bestimmten Gesetze richte oder nach bestimmten Perioden erfolge, ob man gleich verschiedene Hypothesen darüber aufgestellt hat.

Die folgende Tabelle enthält die Abweichung der Magnetnadel an verschiedenen Orten der Erde, wie sie in den beygesetzten Jahren ist beobachtet worden, wobei ich bemerke: daß unter östlicher oder westlicher Abweichung zu verstehen ist, daß sich der Nordpol der Nadel ostwärts oder westwärts von dem astronomischen Meridian neiget.

*) Zu den besten Karten der magnetischen Abweichung, gehört eine Karte vom Doktor Halley, die nach den zu Anfang des vorigen Jahrhunderts angestellten Beobachtungen gemacht worden, und eine von Mountaine und Dodson, welche die im Jahre 1756 gemachten Beobachtungen enthält. Auf diesen Karten sind die Beobachtungen durch Punkte bemerkt, und durch alle die Punkte, welche die nämliche Abweichung bezeichnen, ist eine Linie gezogen, die nach Muthmaßung verlängert wird, und so zieht man verschiedene Linien um die verschiedenen Abweichungen zu bezeichnen. Die Linie von Orten, wo die Magnetnadel gerade nach Norden und Süden zeigt, heißt die Linie ohne Abweichung. Es ist merkwürdig, daß diese Abweichungslinien, ob sie gleich an einigen Orten sehr gekrümmt sind, sich doch nie einander durchkreuzen.

Nördliche Breite.	Westliche Länge.	Oestliche Abweichung.	Jahr der Beobachtung.
70° 17′	163° 24′	30° 21′	1779.
69 38	164 11	31 0	1778.
66 36	167 55	27 50	
65 43	170 34	27 58	
63 58	165 48	26 25	
59 39	149 8	22 54	
58 14	139 19	24 40	
55 12	135 0	23 29	
53 37	134 53	20 32	
		Westlich.	
50 8	4 40	20 36	1776.
48 44	5 0	22 38	
40 41	11 10	22 27	
33 45	14 50	18 7	
31 8	15 30	17 43	
28 30	17 0	14 0	
23 54	18 20	15 4	
20 30	20 3	14 35	
19 45	20 39	13 11	
16 37	22 50	10 33	
15 25	23 36	9 15	
13 32	23 45	9 25	
12 21	23 54	9 48	
11 51	24 5	8 19	
8 55	22 50	8 58	
6 29	20 5	9 44	
4 23	21 2	9 1	
3 45	22 34	8 27	
2 40	24 10	7 42	
1 14	26 2	5 35	
0 51	27 10	4 59	
0 7	27 0	4 27	
Südlich.			
1 13	28 58	3 12	
2 48	29 37	2 52	
3 37	30 14	2 14	
4 22	30 29	2 54	
5 0	32 50	0 6	

Nördliche Breite.	Westliche Länge.	Westliche Abweichung.	Jahr der Beobachtung.
Südlich.		Oestlich.	1776. (fortgesetzt.)
6° 45′	33° 30′	00° 35′	
		Westlich.	
7 50	34 20	00 7	
8 43	34 20	00 15	
		Oestlich.	
9 1	34 50	00 44	
		Westlich.	
10 14	34 49	00 38	
		Oestlich.	
12 40	34 49	1 12	
13 23	34 49	1 1	
14 11	34 49	1 9	
15 33	34 40	1 15	
16 12	35 20	2 4	
18 30	35 50	3 2	
20 8	36 1	5 26	
21 37	36 9	3 24	
24 17	36 8	3 24	
26 47	34 27	3 44	
28 19	32 20	1 58	
30 25	26 28	2 37	
	Oestlich.	Westlich.	
33 43	16 30	4 44	
35 37	9 30	5 51	
38 52	23 20	22 12	
		Oestlich.	
40 36	173 34	13 47	
42 4	167 32	13 17	
		Westlich.	
44 52	155 47	9 28	
46 15	144 50	14 48	
48 41	69 10	27 39	

Abweichung wie sie in London zu verschiedenen Zeiten beobachtet worden.

Jahre			
1576	11°	15	Oestliche Abweichung.
1580	11	11	
1612	6	10	
1622	6	0	
1623	4	5	
1634	4	5	
1657	0	0	Westliche Abweichung.
1665	1	22½	
1666	1	35½	
1672	2	30	
1683	4	30	
1692	6	0	
1700	8	0	
1717	10	42	
1724	11	45	
1725	11	56	
1730	13	00	
1735	14	16	
1740	15	40	
1745	16	53	
1750	17	54	
1760	19	12	
1765	20	0	
1770	20	35	
1774	21	3	
1775	21	30	
1780	22	10	
1785	22	50	
1790	23	34	
1795	23	52	
1800	24	7	

Aus der letzteren Tabelle sieht man, daß, als die Abweichung zuerst beobachtet wurde, der Nordpol der Magnetnadel ostwärts von dem Meridian von London abwich, daß er aber seitdem beständig gegen Westen

fortgerückt ist, so daß die Magnetnadel in dem Jahre 1657 gerade nach Norden und Süden zeigte. Gegenwärtig weicht sie ungefähr 24°½ westwärts ab, und sie scheint noch immer weiter gegen Westen fortzurücken.

Man sieht aber auch noch aus der Tabelle, daß die jährliche Veränderung keinesweges regelmäßig ist, und dies ist auch der Fall in Ansehung der täglichen oder stündlichen Veränderung, die, obgleich Wärme und Kälte einen offenbaren Einfluß auf sie hat, doch nach keinem bekannten Gesetze erfolget.

Die erste der folgenden Tabellen enthält die Angabe der stündlichen Veränderung, wie sie der verstorbene Canton beobachtet hat, und die zweite giebt die mittlere Veränderung für jeden Monat des Jahres an, und zwar ebenfalls nach Cantons zahlreichen Beobachtungen *).

Abweichung wie sie zu verschiedenen Stunden des nämlichen Tages, nämlich den 27. Jun. 1759 beobachtet worden.

	Stunden.	Minuten.	Westliche Abweichung.		Grade des Fahrenheitischen Thermometers.
Vormittags.	0	18	90°	2'	62
	6	4	18	58	62
	8	30	18	55	65
	9	2	18	54	67
	10	20	18	57	69
	11	40	19	4	68½
Nachmittags.	0	50	19	9	70
	1	38	19	8	70
	3	10	19	8	68
	7	20	18	59	61
	9	12	19	6	59
	11	40	18	51	57½

*) Man sehe die philos. Transaktionen, B. LI.

Die mittlere Veränderung für jeden Monat des Jahres.

Januarius	7′	8″
Februarius	8	53
Martius	11	17
April	12	26
Mai	13	0
Junius	13	21
Julius	13	14
August	12	19
September	11	43
Oktober	10	36
November	8	9
December	6	58

Folgende allgemeine Sätze, die Abweichung der Magnetnadel betreffend, hat Cotte gesammlet und mit ihnen noch andere, das Nordlicht betreffende, zusammengestellt, weil dieses auch Einfluß auf die Bewegungen der Nadel hat.

1) „Die größte Abweichung der Nadel von Norden nach Westen, hat gegen zwei Uhr des Nachmittags statt, und die größte Annäherung derselben gegen den Norden, gegen acht Uhr des Morgens, so daß sie von dieser zuletzt erwähnten Stunde an bis ungefähr zwei Uhr Nachmittags strebt, sich von Norden zu entfernen, und zwischen zwei Uhr Nachmittags und den darauf folgenden Morgen sich ihm zu nähern."

2) „Der jährliche Gang der Magnetnadel ist folgender: zwischen dem Januar und dem März weicht sie von Norden ab; zwischen dem März und Mai nähert sie sich ihm; im Junius bleibt sie stehen; im Julius entfernt sie sich von ihm; im August, September und Oktober nähert sie sich ihm; die Abweichung derselben im Oktober ist der im Mai gleich; im November und

Dez

December entfernt sie sich von Norden; ihre größte westliche Abneigung hat zur Zeit der Herbst-Nachtgleiche und ihre größte Annäherung gegen Norden zur Zeit der Frühlings-Nachtgleiche statt."

3) „Die Abweichung der Magnetnadel ist nach der Breite verschieden; bei uns hat sie seit dem Jahre 1657 beständig zugenommen; seit dieser Periode aber war sie östlich."

4) „Vor vulkanischen Ausbrüchen und Erdbeben, ist die Magnetnadel oft höchst außerordentlichen Bewegungen unterworfen."

5) „Vor und nach der Erscheinung von Nordlichtern wird die Magnetnadel beunruhiget, und die Abweichung derselben ist bei Erscheinungen der Art gegen Mittag größer als gewöhnlich."

6) „Die Nordlichter erscheinen nicht immer gleich oft; in gewissen Jahren sind sie häufig, in anderen selten; seit zwei oder drei Jahren sind sie sehr selten gewesen."

7) „Zur Zeit der Nachtgleichen sind die Nordlichter häufiger als zu anderen Zeiten des Jahres."

8) „In den Polargegenden dauert diese Erscheinung fast den ganzen langen Winter hindurch; je näher man dem Aequator kömmt, desto ungewöhnlicher ist sie."

9) „In den Gegenden des Südpols hat man auch Südlichter beobachtet."

10) „Die Nordlichter sind oft von Blitzen und einem Geräusche begleitet, das dem der Elektrizität gleich ist; diese Blitze kommen theils aus der Mitte der Nordlichter und theils von den benachbarten Wolken."

Drittes Kapitel.

Von der Neigung der Magnetnadel.

Man nehme einen kugelförmigen, oder, (weil man den letzteren leichter haben kann,) einen länglichten Magnet, wie SN. Fig. 4. Taf. XXV., bei dem das Ende N der Nordpol und das andere Ende S, der Südpol und A seine Mitte oder sein Aequator ist, und lege ihn horizontal auf einen Tisch CD; dann nehme man einen andern länglichten Magnet ns, (welches ein magnetisirtes Stück Stahldraht, oder eine feine magnetisirte Nähnadel seyn kann,) und hänge ihn vermittelst eines, in seiner Mitte angebundenen feinen Fadens so auf, daß er in einer horizontalen oder wagrechten Lage bleibt, wenn er nicht von einem in der Nähe befindlichen Eisen oder Magnet gestört wird. Wenn nun dieser kleine Magnet, indem man ihn an dem oberen Theile des Fadens hält, gerade über die Mitte des großen Magnets in einer Entfernung von zwei oder drei Zoll von demselben gebracht wird, so dreht er seinen Südpol s gegen den Nordpol N des großen Magnets und seinen Nordpol n gegen den Südpol S desselben. Man wird ferner dabei bemerken, daß der kleine Magnet mit dem großen parallel bleibt, so lang er gerade über die Mitte desselben gehalten wird, denn da, in diesem Falle, die Pole des kleinen Magnet's gleichweit von den entgegengesetzten Polen des großen entfernt sind, werden sie auch gleich angezogen. Wird aber der kleine Magnet dem einen Ende des großen ein wenig näher gebracht als dem anderen, so wird der eine seiner Pole, nämlich derjenige, der dem entgegengesetzten Pole des großen Mag-

nets am nächsten ist, abwärts geneigt und folglich der andere Pol über den Horizont erhoben werden. Es ist einleuchtend, daß diese Neigung stärker werden muß, je nachdem der kleine Magnet einem der Pole des großen mehr genähert wird, weil die Anziehung des nächsten Poles stärker auf ihn wirket. Wird der kleine Magnet dem einen der Pole des großen gerade entgegengerichtet, so dreht er den entgegengesetzten Pol gegen denselben und richtet sich in dieselbe gerade Linie mit der Axe des großen Magnets. — Der Leser findet alle diese angegebenen Lagen und Richtungen auf der Figur angegeben.

Wenn der Leser diesen sehr leichten Versuch gehörig beobachtet hat, so werden ihm auch die Erscheinungen der Neigung des Magnets oder der Neigungsnadel auf der Oberfläche der Erde leicht begreiflich werden, denn er darf sich dann nur vorstellen, daß die Erde, (wie sie es denn in der That ist,) der große Magnet, und daß irgend ein Magnet, oder eine Magnetnadel, deren man sich gewöhnlich bedient, die Nähnadel des beschriebenen Versuches sey. Denn wenn man annimmt, daß der Nordpol der Erde eine südliche magnetische Polarität, der entgegengesetzte Pol aber eine nördliche Polarität besitze, so ergiebt sich, wie es auch die Erfahrung wirklich bestätiget, daß, wenn ein gehörig geformter und aufgehängter Magnet oder eine solche Magnetnadel nahe an den Aequator der Erde, (oder eigentlicher zu reden, nahe an den magnetischen Aequator der Erde, weil weder der magnetische Aequator noch die magnetischen Pole der Erde mit dem wahren Aequator und den wahren Polen zusammentreffen,) gehalten wird, dieselbe in einer horizontalen Lage bleiben muß, und daß sie, wenn sie dem einen der magnetischen Pole der Erde näher gebracht wird, das eine ihrer Enden, nämlich das, welches die entgegengesetzte Polarität hat, neigen muß,

und daß diese Neigung auch immer stärker werden muß, je weiter die Nadel von dem magnetischen Aequator der Erde entfernt wird. Wird aber die Nadel gerade über einen der magnetischen Pole der Erde gebracht, so muß sie senkrecht auf die Erde stehen.

Eine Magnetnadel, die so eingerichtet und aufgehängt ist, daß diese Eigenschaft beobachtet werden kann, heißt: die Neigungsnadel, und die Richtung derselben an irgend einem Orte, wird die magnetische Linie genannt.

Es darf den Leser nicht befremden, daß dem Nordpole der Erde ein südlicher Magnetismus beigelegt wird; es soll dies blos ausdrücken, daß seine Polarität, demjenigen Ende der Magnetnadel, das gegen ihn gerichtet ist, entgegen ist, und da man dieses Ende der Nadel einen nördlichen magnetischen Pol nennt, so muß man ihm nothwendig eine entgegengesetzte Polarität beilegen, und also dem astronomischen Nordpol oder den nördlichen Theilen der Erde eine südliche magnetische Polarität zuschreiben. Daher folgt denn auch, daß der astronomische Südpol oder die südlichen Theile der Erde, eine nördliche magnetische Polarität besitzen müssen.

Wenn die astronomischen Pole der Erde mit den magnetischen Polen derselben zusammenfielen, oder wenn auch nur die magnetischen Pole beständig in einer bestimmten Entfernung von jenen ständen, so würde sowohl die Neigung als auch die Abweichung der Nadel unverändert die nämliche bleiben, und so könnte durch die Beobachtung der Richtung der Magnetnadel an irgend einem besonderen Orte, die Breite und die Länge dieses Ortes bestimmt werden.

Allein dies ist bei weiten nicht der Fall. Denn die magnetischen Pole der Erde treffen nicht mit den wahren Polen derselben zusammen, und sind auch nicht

gleichweit von ihnen entfernt; sie verändern vielmehr beständig ihre Orte, und daher verändert auch die Magnetnadel beständig und unregelmäßig nicht nur ihre horizontale Richtung, sondern auch ihre Neigung, nicht nur wenn sie von einem Orte zu einem anderen gebracht wird, sondern auch wenn sie immer an dem nämlichen Orte bleibt. Indessen ist doch die Veränderung der Neigung an dem nämlichen Orte sehr unbedeutend. Im Jahr 1576 stund in London der Nordpol der Neigungsnadel 71° 50′ unter dem Horizonte, und in dem Jahre 1775 stand er bei 72° 3′; die ganze Veränderung der Neigung belief sich also, (die Genauigkeit der Beobachtungen vorausgesetzt,) in so vielen Jahren auf weniger als einen Viertelsgrad.

Die folgende Tafel enthält einige wenige Beobachtungen über die Neigung der Nadel an verschiedenen Orten.

Nördliche Breite.	Oestliche Länge.	der Nordpol der Nadel unter dem Horizont.	Jahre, in welchen die Beobachtungen gemacht worden.
53° 55′	193° 39′	69° 10′	1778.
49 36	233 10	72 29	
	Westlich.		
44 5	8 10	71 34	1776.
38 53	12 1	70 30	
34 57	14 8	66 12	
29 18	16 7	62 17	
24 24	18 11	59 0	
20 47	19 36	56 15	
15 8	23 38	51 0	
12 1	23 35	48 26	
10 0	22 52	44 12	
5 2	20 10	37 25	
Südlich.			
0 3	27 38	30 3	
4 40	30 34	22 15	
7 3	33 21	17 57	
11 25	34 24	9 15	
	Oestlich.	der Südpol unter	
16 45	208 12	29 28	
19 28	204 11	41 0	
21 8	185 0	39 1	1777.
35 55	18 20	45 37	1774.
41 5	174 13	63 49	1777.
45 47	166 18	70 5	1773.

Viertes Kapitel.

Von der Mittheilung des Magnetismus.

Es ist bereits erinnert worden, daß wenn ein eisenhaltiger Körper einem Magnet bis auf eine gewisse Entfernung nahe kömmt, jener selbst ein Magnet wird, wie auch: daß der Magnetismus weichem Eisen leichter mitgetheilt wird, als dem Stahle, daß ihn aber auch jenes leichter wieder verliert als dieser. Daher sieht man, daß die beste Methode, künstliche Magnete zu machen, darin besteht, daß man einen oder mehrere starke Magnete mit Stücken von dem härtesten Stahle verbindet, weil dadurch der Stahl eine beträchtliche magnetische Kraft erhalten und sie auch eine sehr lange Zeit behalten wird. Dabei aber muß man sorgfältig darauf sehen, daß dasjenige Ende des Stückes Stahl, welches der Südpol werden soll, bei dem Nordpole des Magnets oder der Magnete, und das entgegengesetzte an dem Südpole angebracht werde. Eben so kann man auch einen schwachen Magneten dadurch stärker machen, oder wenn er seine Kraft verloren, sie dadurch wieder herstellen, daß man ihn mit stärkeren Magneten zusammenbringt. — Die Kraft eines Magnets wird dadurch, daß er anderen Körpern Magnetismus mittheilt, eher vermehrt als vermindert. — Es giebt mehrere Arten diese Mittheilung zu bewirken, und ich will die beste derselben sogleich beschreiben, wenn ich nur vorher noch erklärt habe, was es heißen soll, wenn man sagt: es gebe eine Methode, Stahl ohne allen Magnet magnetisch zu machen.

Genau zu reden, giebt es gar keine solche Methode; denn es kann kein Magnetismus anders, als durch

die Wirkung eines anderen Magnets mitgetheilt werden, und bei der eben erwähnten Methode wird die magnetische Kraft ursprünglich von der Erde mitgetheilt, die, wie folgender Versuch überzeugend beweist, ein wirklicher Magnet ist.

Wenn man einen geraden Stab von weichem Eisen, der zwei oder drei Fuß lang ist und ungefähr drei Viertheile eines Zolles im Durchmesser hat, oder auch eine gewöhnliche eiserne Ofengabel, in unseren nördlichen Gegenden, in einer vertikalen Richtung, das heißt mit dem einen Ende A gegen die Erde zu, und mit dem andern Ende B aufwärts hält, so wird man finden, daß die Stange in dieser Lage magnetisch ist, indem nämlich das untere Ende A ein Nordpol ist und den Südpol einer Magnetnadel anziehen, den Nordpol derselben aber abstoßen kann, indeß das untere Ende B des Stabes ein Südpol ist. — Kehrt man nun den Stab um, indem man das Ende B unterwärts stellt, so wird die Polarität desselben augenblicklich verändert; das Ende B nämlich, welches jetzt das unterste ist, wird ein Nordpol, und das Ende A ein Südpol *).

Diese merkwürdige Erscheinung, läßt sich leicht nach den im vorigen erwähnten Gesetzen erklären. Denn da in unseren nördlichen Gegenden die Erde eine südliche Polarität besitzt, so muß der unterste Theil des eisernen Stabes, weil er ihr am nächsten ist, die entgegengesetzte, nämlich die nördliche Polarität annehmen und das andere Ende des Stabes folglich ein Südpol werden. Nach jenen Gesetzen folgt auch noch, (was auch wirkliche Versuche bestätigen:) 1) daß in den südlichen Theilen

*) Wenn ein eiserner Stab, der vier oder fünf Fuß lang und ungefähr einen Zoll dick ist, in diese Lage gebracht wird, so wird er dadurch so stark magnetisch, daß er ein kleines Stückchen Eisen, oder eine gewöhnliche kleine Nähnadel anziehen kann.

der Erde der unterste Theil des eisernen Stabes die südliche Polarität bekömmt. 2) Daß bei dem Aequator der eiserne Stab, wenn er Magnetismus von der Erde bekommen soll, horizontal muß gehalten werden. 3) Daß selbst in unseren Gegenden, die vortheilhafteste Richtung des Stabes nicht die senkrechte, sondern die ein wenig auf den Horizont geneigte ist. Kurz: in jedem Theile der Erde muß der eiserne Stab in die magnetische Linie, das heißt, in die Richtung der Neigungsnadel gebracht werden.

Ein Stab von gehärtetem Eisen oder von Stahl, ist zu diesem Versuche nicht brauchbar, weil der Magnetismus der Erde nicht stark genug ist, ihn magnetisch zu machen.

Nach diesem Versuche kann man auch leicht einsehen, daß ein bleibender Magnetismus auf mancherlei Art müsse mitgetheilt werden können. So bekommen zum Beispiele eiserne Stäbe, die lange in einer günstigen Richtung, nämlich entweder gegen Norden und Süden oder senkrecht u. s. w. gestanden haben, gewöhnlich einen permanenten oder bleibenden Magnetismus, weil die beständige und fortwährende Wirkung des Magnetismus der Erde, ihn täglich immer mehr Stärke mittheilt, indeß zugleich das Eisen, besonders wenn es nicht sehr weich ist, durch das Rosten oder Schlagen u. s. w. immer härter wird.

Wenn ein längliches Stück von ziemlich hartem Eisen rothglühend gemacht und dann in der magnetischen Linie abgekühlt wird, so bekömmt es dadurch einen gewissen Grad von einem bleibenden Magnetismus.

Wenn ein eiserner Stab, indem er in der magnetischen Linie steht, auf das eine seiner Enden stark und wiederholt mit einem Hammer geschlagen wird, so bekömmt er dadurch oft einen bleibenden Magnetismus. Kurz, alles was das Eisen oder den Stahl für den

Magnetismus empfänglicher zu machen scheint, es sey nun Wärme, oder Schwingung oder Reiben, das kann, wenn der Stahl oder das Eisen, indem es auf dasselbe wirkt, in der gehörigen dazu erfoderlichen Richtung ist, den Magnetismus darin fixiren. Daher macht ein elektrischer Schlag, oder ein Blitz, oder Bohren, Hämmern u. s. w. selbst Werkzeuge oder andere Sachen von Eisen und Stahl magnetisch.

Wenn man den einen Pol eines Magnets an dem einen Ende eines ziemlich langen stählernen Stabes hält, so bekömmt dieser dadurch einen bleibenden Grad von Magnetismus, aber man findet auch, daß er mehrere Pole hat. Das Ende, zum Beispiele, das den Magnet berührt hat, besitzt die entgegengesetzte Polarität, etwa die nördliche; ein wenig weiter davon entfernt, bemerkt man die südliche, noch weiter davon wieder die nördliche und so abwechselnd weiter. Wenn aber der Stab nicht sehr lang ist, so wird man finden, daß er blos zwei Pole bekömmt, nämlich einen Nordpol an dem einen und einen Südpol an dem anderen Ende, welches beweist, daß es eine gewisse Länge giebt, bei der ein eiserner Stab am tauglichsten zu einem künstlichen Magnet wird.

Ein Magnet kann keinen stärkeren Grad des Magnetismus mittheilen, als er selbst besitzt; wenn man aber zwei oder mehrere Magnete mit einander verbindet, so kann man dadurch einem Stück Stahl eine größere Kraft mittheilen, als ein jeder der Magnete für sich allein genommen hat. Es ist daher eine gute Methode sehr starke Magnete zu bereiten, wenn man zuerst mehrere schwache Magnete macht und sie dann mit einander verbindet, daß sie einen zusammengesetzten Magnet ausmachen, der dann mit einer großen Kraft auf ein Stück Stahl wirket.

Da ein Stab von weichem Eisen, wenn er in die magnetische Linie gebracht wird, durch die Erde magnetisch gemacht wird, so wird ein kleines Stück Stahl oder eine gewöhnliche Nähnadel, die man, während er in dieser Lage ist, an ihn hält, dadurch magnetisch, und bekömmt einen bleibenden Grad von Magnetismus, und so kann man mehrere Nadeln magnetisch machen. Bindet man dann diese Nadeln in einen kleinen Bündel zusammen, so kann man mit ihnen mehrere größere Stükken von Stahl magnetisiren, von denen jedes eine größere Kraft bekömmt, als eine jede einzelne Nadel hat. Vereinigt man nun diese Stahlstücken, so kann man mit ihnen noch größere Stäbe magnetisiren, und so fort. — Die Nadeln können auch durch elektrische Schläge oder durch Hämmern magnetisch gemacht werden, denn oft macht schon ein schwacher Schlag mit einem Hammer eine kleine Nadel magnetisch. Anstatt aber mich länger bei der Aufzählung dieser Methoden aufzuhalten, will ich lieber Canton's Verfahren bei der Bereitung magnetischer Stäbe angeben, und der aufmerksame Leser wird sich den Grund desselben leicht aus dem Vorhergehenden erklären können.

Man lasse nach Canton's Vorschrift, sechs Stäbe von weichem Stahl machen, von denen jeder ungefähr drei Zoll lang $\frac{1}{4}$ Zoll breit und $\frac{1}{20}$ Zoll dick ist, und außer diesen noch andere sechs stählerne Stäbe, die aber vollkommen gehärtet und ungefähr sechs Zoll lang, einen halben Zoll breit und einen Achtelszoll dick sind. Jede dieser beiden Partieen von stählernen Stäben, muß zwei Träger oder Leiter, (Verstärkungsanker) von weichem Eisen haben, die beide einem Stabe der respektiven Partie gleich sind. Jeder dieser zwölf Stäbe muß an dem einen Ende mit einer Linie bezeichnet seyn, und dieses Ende wird sein Nordpol. Auch muß man eine

eiserne Ofengabel und Feuerzangen, die schon lang gebraucht worden, in Bereitschaft haben.

Dann stelle man die Ofengabel beinahe aufrecht, oder noch besser, man bringe sie in die magnetische Linie, so daß die Spitze derselben unterwärts gerichtet ist, und binde mit einem seidenen Faden einen von den weichen stählernen Stäben in der Mitte derselben fest, und zwar so, daß das bezeichnete Ende desselben niederwärts gerichtet ist; dann streiche man mit dem unteren Ende der Feuerzange, die man auch in senkrechter Richtung, oder in der magnetischen Linie halten muß, den stählernen Stab von dem bezeichneten Ende an nach oben zu, an beiden Seiten ungefähr zehnmal, so wird er so stark magnetisch werden, daß er einen kleinen Schlüssel tragen kann. Und auf diese Art theile man den Magnetismus vieren von den kleinen Stäben mit.

Wenn dies geschehen ist, so lege man die beiden anderen kleinen Stäbe auf einen Tisch parallel neben einander, so daß sie ungefähr einen Viertelszoll auseinder und zwischen den eisernen Leitern AB, CD, Fig. 5. Taf. XXV. zu liegen kommen, wobei man die Vorsicht beobachten muß, das markirte oder bezeichnete Ende des einen Stabes an die eine Seite und das bezeichnete Ende des anderen an die entgegengesetzte Seite zu legen. Dann lege man die vier bereits magnetisch gemachten Stäbe, in der Fig. 6. Taf. XXV. abgebildeten Form zusammen, nämlich zwei mit ihren Nordpolen abwärts und die anderen zwei mit ihren Südpolen abwärts gekehrt. Die beiden Stäbe eines jeden Paares müssen mit ihren breiten Seiten aneinander gelegt werden, und die zwei Paare, welche an ihrem oberen Theile zusammengefügt werden, müssen zwischen sich einen schmalen Winkel machen, welches man dadurch bewirken kann, daß man irgend eine harte Substanz I zwischen sie legt.

Diese aus den vier Stäben gebildete Art von zusammengesetzten Magnet, muß da, wo er offen ist, über die Mitte eines der weichen Stäbe AC und zwar so gestellt werden, daß die Südpole H gegen das bezeichnete Ende des Stabes AC und die Nordpole F gegen das andere Ende gekehrt sind. In dieser Lage muß der zusammengesetzte Magnet von dem einen Ende des erwähnten Stabes bis zu dem anderen gezogen werden, indem man, wenn die Pole H bei C angekommen sind, den zusammengesetzten Magnet in der entgegengesetzten Richtung rückwärts bewegt, bis die Pole F zu A kommen u. s. w. So streiche man den liegenden Stab viermal und höre in der Mitte auf. Hier nehme man den zusammengesetzten Magnet ab und bringe ihn in die Mitte des andern liegenden Stabes BD, wobei man, wie vorhin, darauf sehen muß, daß die Südpole gegen das bezeichnete Ende des Stabes gerichtet sind. Dann reibe man diesen auf die nämliche Art, und wenn dies geschehen ist, so kehre man die Stäbe AC, BD um, daß die Seiten, die vorher auf dem Tische auflagen, nun aufwärts gekehrt sind, und wiederhole die nämliche Operation nun auch an diesen Seiten. Ist auch dies geschehen, so nehme man die beiden Stäbe AC, BD auf, und lege sie so, daß sie nun die beiden inneren Stäbe des zusammengesetzten Magnets sind, und lege diejenigen, die vorher die äußeren waren, zwischen die beiden Leiter, (oder Verstärkungsanker,) und reibe sie auf die beschriebene Art mit dem aus den vier anderen Stäben gebildeten zusammengesetzten Magnet. Diese Operation muß so lange fortgesetzt werden, bis jeder von den sechs Stäben vier- oder fünfmal gerieben worden, da sie denn einen beträchtlichen Grad von magnetischer Kraft bekommen werden.

Wenn man die kleinen Stäbe auf die beschriebene Art magnetisch gemacht hat, und man will nun den

Magnetismus auch größeren Stäben mittheilen, so lege man zwei derselben auf die nämliche Art und mit Befolgung der nämlichen Maaßregeln wie bei der Magnetisirung der kleineren Stäbe, auf einen Tisch und zwischen ihre beiden Leiter, oder Stücken Eisen, (Verstärkungsanker). Dann mache man aus den sechs kleinen Stäben einen zusammengesetzten Magnet, indem man drei mit den Nordpolen und die anderen drei mit den Südpolen unterwärts legt. Mit diesen beiden Theilen mache man, wie man vorher mit vieren von ihnen gethan hat, einen Winkel, indem man das Nordende des einen Theils, an das Südende des anderen legt, und streiche nun mit diesem zusammengesetzten Magnet vier der großen Stäbe, einen nach dem andern, ungefähr zwanzigmal an jeder Seite, so werden sie dadurch einige magnetische Kraft bekommen.

Wenn nun die vier großen Stäbe so weit magnetisch gemacht worden, so werden die kleinen Stäbe hinweggethan, und die großen, auf die nämliche Art, wie es mit den kleinen geschah, durch sich selbst verstärkt.

Bei einigen Arten von Stahl sind schon wenige Striche hinreichend, allen die ganze Kraft mitzutheilen, die sie aufzunehmen im Stande sind; andere Arten erfodern eine längere Bearbeitung, und zuweilen ist es nicht möglich ihnen einen stärkeren als einen eben merkbaren Grad des Magnetismus mitzutheilen.

Um die Operation zu beschleunigen, müssen die Stäbe in einem Falz oder einer Rinne oder zwischen messingenen Schrauben befestiget werden, weil sie sonst durch die zwischen ihnen statt findende Anziehung und Reibung, wenn sie zwischen die Leiter (oder Verstärkungsanker) gelegt werden, beständig in Unordnung gebracht werden.

Eine Partie solcher Stäbe ist außerordentlich brauchbar, wenn andere Stäbe oder Kompaßnadeln u. s. w.

sollen magnetisirt werden; auch kann durch sie die Kraft derselben verstärkt werden, wenn sie durch unrechte Behandlung geschwächt worden oder gar verloren gegangen ist u. s. w. Eine Partie oder Garnitur solcher Stäbe, das heißt: sechs Stäbe und die beiden eisernen Leiter (oder Verstärkungsanker) können in einer Büchse aufbewahrt werden, wobei man jedoch die Vorsicht beobachten muß, daß man den Nordpol des einen an den Südpol des neben ihm befindlichen und diesen an den Nordpol des dritten u. s. w. legt, wie bei Fig. 7. Taf. XXV. abgebildet ist.

Nach dem was im vorigen ist gesagt worden, ist es nicht nöthig zu beschreiben, wie ein Messer oder ein Stück Stahl überhaupt u. dgl. m. magnetisch oder wie ein schwacher Magnet stärker gemacht werden kann. Dagegen ist es vielleicht nothwendig noch etwas über die Mittheilung des Magnetismus an gebogene Stäbe, wie einer bei Fig. 8. Taf. XXV. unter ABC abgebildet ist, zu sagen.

Man lege den gebogenen Stab flach auf einen Tisch und bringe die magnetischen Stäbe DF, EG an seine beiden Enden, indem man ihre Enden F, G mit dem Leiter, oder dem Stück weichen Eisen (den Verstärkungsanker) vereinigt. Dann setze man die in einen Winkel gestellten magnetischen Stäbe in die Mitte desselben, wie bei Canton's Methode, oder man kann sich dazu auch blos zweier Stäbe bedienen, die man so anbringt, wie es bei Fig. 8. abgebildet ist; mit diesen streicht man den gebogenen Stab von einem Ende zu dem anderen, indem man dabei der Richtung desselben folget, so daß an der einen Seite desselben die magnetischen Stäbe in der Richtung stehen können, die durch die punktirte Figur LK angegeben ist. Ist nun das Stück Stahl ABC so vielmal als es geschehen muß, an der einen Seite gerieben worden, so muß nun die andere Seite desselben

aufwärts gerichtet und dann wieder wie vorher verschoben werden u. s. w.

Bei dieser Operation müssen, wie bei Cantons Art, die Magnete DF, EG, so wie auch die Magnete H, I, so gerichtet werden, daß die Südpole derselben gegen das Ende des gebogenen Stahls gekehrt sind, das ein Nordpol werden soll, u. s. w.

Fünftes Kapitel.

Theorie des Magnetismus.

In diesem Kapitel will ich eine kurze Nachricht 1) von den vornehmsten Erscheinungen des Magnetismus der Erde und 2) von der angenommenen magnetischen Flüssigkeit geben.

Daß die Erde wie ein großer Magnet wirket, das ergiebt sich aus einer Menge von Thatsachen und Betrachtungen so einleuchtend, daß es nicht mehr möglich ist daran zu zweifeln, denn erstlich ist die richtende Eigenschaft der Magnetnadel an der Oberfläche der Erde der einer kleinen Nadel auf der Oberfläche eines gewöhnlichen Magnets oder einer Terrelle so ähnlich, daß es jedem Beobachter auffallen muß; zweitens: der Magnetismus, welchen Eisen blos durch seine Richtung bekommt, ist ebenfalls ein auffallendes Zeichen von dem Magnetismus der Erde; endlich beweisen drittens die ungeheuren Eisenmassen, die man in verschiedenen Zuständen fast überall in dem Inneren der Erde findet und welche oft magnetisch sind, ohne allen Widerspruch, daß die Erde ein ungeheurer aber unregelmäßiger Magnet ist, und daß der Magnetismus derselben von dem Magnetismus aller in ihr enthaltenen eisenhaltigen Körper

per

herkömmt, so daß die magnetischen Pole der Erde als die Mittelpunkte oder als die gesammelten Potenzen oder Kräfte aller dieser magnetischen eisenhaltigen Substanzen anzusehen sind. Daraus folgt denn auch, daß je nachdem diese Eisenmassen von Wärme und Kälte, von Zersetzung, von Vermischung mit anderen Substanzen, von Vulkanen, von Erdbeben oder mechanischen Zerrüttungen u. s. w. angegriffen werden, auch die magnetischen Pole der Erde ihre Lage verändern müssen, und dies ist eben die Ursache der Veränderung der Magnetnadel.

Die oben angegebenen Ursachen sind hinreichend zur Erklärung der täglichen, oder stündlichen, oder jährlichen Veränderungen, ob wir gleich nie im Stande seyn werden zu bestimmen, wie viel von diesen Wirkungen jeder dieser Ursachen besonders müsse zugeschrieben werden, oder was das bestimmte Resultat des Ganzen ist. Es ist also nicht nöthig, mit einigen Naturkündigern anzunehmen, daß ein großer beweglicher Magnet in der Erde enthalten sey, oder noch andere Hypothesen, die noch weniger Wahrscheinlichkeit haben, darüber aufzustellen.

Das große Problem in der Lehre von dem Magnet bleibt immer: die Ursache zu bestimmen, die in allen Arten von Magneten die Anziehung, Abstoßung u. s. w. hervorbringt, da es wunderbar dünkt, daß ein Stück Stahl u. s. w. durch die bloße Berührung eines Magnets oder blos dadurch, daß es ihm bis auf eine gewisse Entfernung genähert wird, verschiedene merkwürdige Eigenschaften bekömmt, die es nachher auch mit großer Hartnäckigkeit an sich behält, ohne daß das Gewicht, oder die Gestalt oder der Grad der Härte oder auch die Farbe desselben dadurch auf eine merkliche Art verändert würde.

Der menschliche Scharfsinn hat eine Menge von Hypothesen zur Erklärung dieser Erscheinungen erfunden, allein die Unzulänglichkeit der meisten derselben würde

ihre Anführung in diesem Werke zu einem nutzlosen Geschäfte machen. Hiervon nehme ich jedoch die von Aepinus aufgestellte aus, welche Aehnlichkeit mit der Franklinischen Theorie von der Elektrizität hat.

Der aufmerksame Leser muß unstreitig in mehr als einer Rücksicht eine starke Aehnlichkeit zwischen dem Magnetismus und der Elektrizität bemerkt haben, zum Beispiele: die Aehnlichkeit zwischen den beiden Polen eines Magnets und den beiden Elektrizitäten; die Aehnlichkeit zwischen der Anziehung ungleichnamiger magnetischer Pole und der Anziehung zwischen verschieden elektrisirten Körpern u. s. w. Dadurch wurde Aepinus bewogen anzunehmen, daß es eine Flüssigkeit gebe, welche alle die magnetischen Erscheinungen hervorbringe, und folglich die magnetische Flüssigkeit müsse genannt werden, daß diese Flüssigkeit so äußerst fein sey, daß sie durch die Poren aller Körper dringen könne, und daß sie elastischer Natur sey, das heißt: daß ihre Theilchen einander abstießen.

Er nimmt ferner an, daß zwischen der magnetischen Flüssigkeit und Eisen, oder eisenhaltigen Körpern eine gegenseitige Anziehung statt habe, daß aber keine andere Substanz auf diese Flüssigkeit wirke. Darauf bemerkt er, daß zwischen eisenhaltigen und elektrischen Körpern oder Nichtleitern für die Elektrizität, eine große Aehnlichkeit sey, weil die magnetische Flüssigkeit eben so schwer durch die Poren der ersteren gehe, als die elektrische Flüssigkeit durch die Poren der letzteren. Indessen giebt es keinen Körper, der auf die magnetische Flüssigkeit wirkt und zugleich auch nicht elektrischen Körpern ähnlich wäre; so giebt es, zum Beispiele, keinen Körper, der die magnetische Flüssigkeit anzöge und zu gleicher Zeit auch von dieser Flüssigkeit durchdrungen werden könnte. Indessen scheint in dem Eisen eine Gradation dieser Art statt zu finden, denn je weicher es ist, mit

desto größerer Freiheit durchdringt die magnetische Flüssigkeit die Poren desselben und so auch umgekehrt.

Nach dieser Hypothese enthalten Eisen und alle eisenhaltige Substanzen, eine Quantität von magnetischer Flüssigkeit, die, wenn diese Körper nicht magnetisch sind, gleich in ihnen vertheilt ist, in welchem Zustande sie keine Anziehung und Abstoßung zeigen, weil der Abstoßung zwischen den Theilchen der magnetischen Flüssigkeit, das Gleichgewicht von der Anziehung zwischen der Materie dieser Körper und jener Flüssigkeit gehalten wird, und in diesem Falle sagt man von jenen Körpern, daß sie in einem natürlichen Zustande seyn. Wenn aber die in einem eisenhaltigen Körper befindliche Quantität von magnetischer Flüssigkeit nach einem Ende getrieben wird, so wird der Körper magnetisch, indem nun das eine Ende desselben mit magnetischer Flüssigkeit überladen, das andere Ende aber negativ ist. So beschaffene, das heißt: magnetisch gemachte Körper, üben zwischen ihren überladenen (oder positiven) Enden, wegen der Abstoßung zwischen den Theilchen dieses Ueberschusses von magnetischer Flüssigkeit, die mehr als hinreichend ist der Anziehung ihrer Materie das Gleichgewicht zu halten, oder sie zu sättigen, eine Abstoßung aus. Zwischen dem überladenen (positiven) Ende eines magnetischen Körpers und dem negativen des andern, hat wegen der Anziehung zwischen der magnetischen Flüssigkeit und der Materie des Körpers, eine Anziehung statt; um aber die Abstoßung, welche zwischen ihren negativen Enden statt findet, zu erklären, muß man entweder annehmen, daß sich die Theilchen von eisenhaltigen Körpern, wenn ihnen die magnetische Flüssigkeit entzogen worden, einander abstoßen, oder daß die negativen Enden einander, blos weil das eine derselben, das entgegengesetzte überladene oder positive Ende anzieht, ab-

zustoßen scheinen. Beide Voraussetzungen aber haben ihre Schwierigkeiten.

Nach dieser Hypothese wird ein eisenhaltiger Körper dadurch magnetisch gemacht, daß die gleichförmige Vertheilung der magnetischen Flüssigkeit durch seine Substanz gestört wird, so daß er in einem oder mehreren seiner Theile einen Ueberschuß, und in einem oder mehreren anderen Theilen einen Mangel derselben hat, und er bleibt also so lang magnetisch, als seine Undurchdringlichkeit die Wiederherstellung der gleichförmigen Verbreitung der Flüssigkeit oder des Gleichgewichts zwischen den überladenen und zwischen den negativen Theilen, hindert. Ferner: das Stück Eisen wird durch die Einwirkung eines Magnets darum magnetisch gemacht, weil, wenn der überladene Theil oder Pol des Magnets demselben entgegengehalten wird, der Ueberschuß von magnetischer Flüssigkeit, der in diesem Pole enthalten ist, die magnetische Flüssigkeit von dem nächsten Ende des Eisens, (welches daher negativ wird,) zu einem entfernteren Theile desselben zurücktreibt, welcher dadurch überladen wird. Wird das Eisen durch die Berührung der negativen Seite des Magnets magnetisirt, dann zieht die Materie des letzteren die magnetische Flüssigkeit des Eisens nach dem ihr am nächsten Ende des Eisens hin.

Auf ähnliche Art kann man auch die Wirkung zweier Magnete auf einander erklären.

Ich will dieses Kapitel mit der Bemerkung beschließen, daß man nicht gefunden hat, daß der Magnet die geringste Wirkung auf den menschlichen Körper habe, und daß folglich die Mährchen von seinen wohlthätigen Wirkungen gegen das Zahnweh und für Gebährende, wie auch von der größeren Tödlichkeit der mit einem magnetisirten Messer erhaltenen Wunden ungegründet sind und keine Erfahrung für sich haben. Eben so absurd ist die entlarvte Betrügerei, die vor verschiedenen Jahren unter der Benennung des thierischen Magnetismus getrieben wurde.

Sechstes Kapitel.

Von der Einrichtung und dem Gebrauche der vornehmsten magnetischen Instrumente; Beschreibung von Versuchen zur Erläuterung des Gegenstandes dienlich.

Die magnetischen Instrumente können unter drei Hauptrubriken gebracht werden, unter die erste gehören nämlich die Magnete oder magnetische Stäbe, welche man haben muß, um Kompaßnadeln oder die zu verschiedenen Versuchen erfoderlichen Stücken Eisen, Stahl u. s. w. zu magnetisiren, und die bereits im vorigen hinlänglich erklärt worden; unter die zweite gehören die Kompasse die bei der Schiffahrt und zu anderen Zwecken gebraucht werden, welches blos leicht und schwebend aufgehängte, in einem Gehäuse verwahrte Magnetnadeln sind, nach dem Gebrauche, zu dem sie bestimmt sind, verschiedene Zugaben haben, oder in Ansehung der Größe, der Genauigkeit der Eintheilungen u. s. w. verschieden sind, und auch verschiedene Benennungen, als: Taschenkompasse, Seekompasse oder Strichkompasse, Variationskompasse und Azimuthalkompasse bekommen; und unter die dritte Rubrik endlich, gehört der Neigungskompaß.

Die Magnetnadeln, deren man sich gewöhnlich auf dem Meere bedient, sind zwischen vier und sechs Zoll lang; diejenigen aber, die man zur Beobachtung der täglichen Veränderung braucht, werden ein wenig länger gemacht, und die Enden derselben zeigen die Veränderung auf einem an dem Gehäuse befestigten und gehörig eingetheilten Bogen oder Kreise.

Die beste Gestalt, die man einer Magnetnadel geben kann, ist die bei Fig. 9. und 10. Taf. XXV. abgebildete. Die erstere Figur zeigt die obere Seite der Nadel und die andere stellt sie von der Seite vor. Die Nadel ist von Stahl und hat in der Mitte ein ziemlich großes Loch, über welchem ein kegelförmiger Agath vermittelst eines Stückes Messing O angebracht ist, in welchem das sogenannte Agathhütchen befestigt ist. Die Scheitel dieses hohlen Hütchens ruht auf der Spitze eines in der Mitte des Gehäuses befestigten Stiftes, auf welcher sich die Nadel,

wenn sie gehörig balancirt ist, sehr leicht und frei bewegt *). Bei Nadeln, die blos zu gewöhnlichen Zwecken bestimmt sind, wird das kegelförmige Loch in den Stahl selbst, oder in ein in der Mitte der Nadel befestigtes Stück Messing gemacht **).

Der Seekompaß, oder diejenige Art des Kompasses, deren man sich gewöhnlich am Bord der Schiffe bedient, ist bei Fig. 11. Taf. XXV. abgebildet. Das Gehäuse, welches die Karte mit der Nadel enthält, ist kreisförmig und entweder von Holz oder Messing oder Kupfer. Dieses wird in einem viereckigen hölzernen Gehäuse vermittelst zweier konzentrischer Ringe, aufgehängt. Diese Ringe sind durch Axen, die sich durchkreuzen, wie a, a, a, a, bei Fig. 12. Taf. XXV. ***) so in beiden Gehäusen befestigt, daß das innere, oder das Gehäuse des Kompasses, seine horizontale Lage behalten muß, das Schiff möge sich auch bewegen wie es wolle, indeß das äußere oder viereckige in Bezug auf das Schiff fest steht. Das Kompaßgehäuse ist mit einer Glasscheibe bedeckt, damit die Bewegung der Karte nicht durch den Wind gestört werden kann. Die Karte besteht aus einem kreisförmigen Papiere, das auf der Nadel befestigt ist und sich mit ihr bewegt. Zuweilen ist auch ein dünner messingener Rand daran, der an den Enden der Nadel befestigt ist und dazu dient, die Karte ausgestreckt zu erhalten. Der äußere Rand dieser

*) Man muß hierbei bemerken, daß die Nadel, die man vor dem Magnetisiren balancirt oder ins Gleichgewicht gebracht hat, dasselbe nach dem Magnetisiren, wegen der Neigung, wie in dem dritten Kapitel gezeigt worden, verliert. Deswegen wird an der einen Seite der Nadel, ein kleines bewegliches Gewicht von Messing, wie bei Fig. 10. abgebildet ist, angebracht, welches man so lange verschieben, oder nach dem Mittelpunkte hin oder von ihm hinweg bewegen kann, bis die Nadel völlig im Gleichgewichte steht.

**) Die einfachsten Magnetnadeln bestehen aus gemeinen Nähnadeln, die magnetisirt worden, und die man auf Wasser schwimmen läßt.

***) Hierbei muß ich die Leser bitten, auf der Kupfertafel folgendes zu verbessern, nämlich anstatt NE zu setzen NO (Nordost); die Buchstaben N (Nord), W (West), S (Süd) bleiben, aber das E (East) muß in O (Ost) verändert werden. Da die Kupfertafel schon gestochen war, so konnte diese Veränderung damit nicht mehr vorgenommen werden.

T.

Karte ist in 360 gleiche Theile oder Grade getheilt, und innerhalb des Kreises dieser Abtheilungen ist er wieder in 32 gleiche Theile oder Bogen getheilt, welche die Kompaßpunkte oder Rhumben genannt werden, und deren jeder oft wieder in vier Theile getheilt ist. Die großen Buchstaben N, NE u. s. w., die zu den Rhumben gesetzt sind, zeigen die Himmelsgegenden, als Norden, Nordost u. s. w. an. In die Mitte der Karte wird gewöhnlich eine Art von Stern gezeichnet, dessen Strahlen sich in den oben erwähnten Abtheilungen endigen. Um Verwirrung zu verhüten, sind die erwähnten Buchstaben nicht auf der Figur angebracht worden.

Der Azimuthalkompaß ist kein anderer als der eben beschriebene, nur daß zwei Diopten an demselben angebracht sind, durch welche man die Sonne sehen und ihr Azimuth *) finden kann, um danach die Abweichung der Magnetnadel an dem Orte der Beobachtung zu bestimmen. Er ist bei Fig. 13. Taf. XXV. abgebildet. Er unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Kompasse durch die Diopten F, G, deren eine, G, eine längliche Oeffnung hat, in welcher in der Mitte ein Faden oder Draht, senkrecht ausgespannt ist, die andere aber F mit einem engen senkrechten Schlitz versehen ist. Der Faden oder Draht HI ist von dem einen Rande des Gehäuses bis zu dem gegenüberstehenden ausgespannt; der Ring AB ruht mit seinen Zapfen auf dem Halbkreise CD, dessen Fuß E sich in einer Hülse dreht, so daß der Kompaß herumgedreht werden kann, um die Diopten F, G, in die Richtung der Sonne zu bringen, das Gehäuse KLM aber fest stehen bleibt **).

An der innern Seite des Gehäuses sind längs der Seiten desselben genau von den Punkten aus, wo der Faden HI den Rand des Gehäuses berührt, zwei Perpendikularlinien gezogen. Diese Linien zeigen, wie viel Grade der Nord- oder Südpol der Nadel von dem Azi-

*) Das Azimuth eines Gestirns ist die Abweichung desselben von der Mittagsebene, es sey nun nach Westen oder nach Osten. T.

**) Die Zapfen der Ringe sowohl dieses als auch des gewöhnlichen Kompasses, müssen mit dem Aufhängungspunkte der Nadel in einerlei Ebene liegen, um so viel als möglich die Unregelmäßigkeit der Schwingungen zu vermeiden.

muth der Sonne entfernt ist, zu welchem Ende die Mitte der Oeffnungen der Dioptern F, G, der Faden HI und die erwähnten Linien genau in der nämlichen Vertikalebene seyn müssen. Der Nutzen des Fadens HI, der oft in Instrumenten dieser Art fehlt, besteht ebenfalls darin, daß er die Grade zwischen dem magnetischen Meridian und dem Azimuth, wenn das Auge des Beobachters senkrecht über ihm steht, anzeiget *). An der Seite des Gehäuses dieser Art der Kompasse, ist gewöhnlich eine Schraube angebracht, durch welche die Karte festgehalten werden kann, um die Abtheilungen derselben, die mit den in dem Gehäuse angegebenen Linien zusammentreffen, desto besser und bequemer übersehen zu können.

Was die Neigungsnadel betrifft, so ist sie, ob sie gleich neuerlich sehr verbessert worden ist, noch weit entfernt davon ganz vollkommen zu seyn. Die gewöhnlichste Einrichtung derselben ist folgende: durch die Nadel geht eine Axe, deren Enden, wie die Enden eines Wagebalkens, auf Stützen ruhen, so daß sich die Nadel vertikal rund herum bewegen, und wenn sie in den magnetischen Meridian gebracht wird, sich selbst in die magnetische Linie bringen kann. Die Neigungsgrade werden auf einem eingetheilten Kreis angegeben, in dessen Mitte die Nadel aufgehängt ist. Bei Fig. 14. Taf. XXV. ist eine Neigungsnadel von der einfachsten Einrichtung abgebildet. AB ist die Nadel, deren Axe FE auf der Mitte von zwei Seitenstäben CD, CD, die an dem Gestelle, welches den eingetheilten Kreis AIBK trägt, befestigt sind, ruht. Diese Maschine ist auf einem Fuße oder Gestell G befestigt, wird aber, wenn sie auf dem Meere gebraucht wird, an einem Ringe H so aufgehängt, daß sie senkrecht herabhängt. Ist sie mit einem Fuße versehen, so hat dieser gewöhnlich auch eine Wasserwage mit der Luftblase und drei Schrauben, durch welche das Instrument so gestellt werden kann, daß der Mittelpunkt

*) Der Azimuth-Kompaß wird nämlich gedreht, bis der Schatten des Fadens auf die Mitte der höheren der beiden Dioptern fällt, dann zeigt der Grad der Windrose, auf welchen die von der Diopter herabgehende Perpendikularlinie fällt, den Abstand des Vertikalkreises der Sonne von dem magnetischen Mittagskreise oder das magnetische Azimuth an.
T.

der Bewegung der Nadel und die Eintheilung von 90 Grad an dem unteren Theile des mit Abtheilungen versehenen Kreises, genau in der nämlichen auf den Horizont senkrechten Linie sind.

Bei dieser Einrichtung dieses Instrumentes finden aber noch immer zwei Unvollkommenheiten statt, nämlich die Ungleichheit des Balancirens der Nadel und die Schwierigkeit zu bestimmen, ob die Nadel ihr Gleichgewicht behält oder nicht. Wenn man die Neigung an irgend einem besonderen Orte beobachten will, so ist die beste Methode, dem aus dem Mangel des Gleichgewichts entstehenden Fehler vorzubeugen, daß man zuerst die Neigung der Nadel beobachtet, dann ihren Magnetismus vermittelst magnetischer Stäbe umkehrt, daß das Ende der Nadel, welches vorher über den Horizont erhoben war, nun unter denselben kömmt, und dann endlich die Neigung wieder beobachtet, denn das Mittel der beiden Beobachtungen wird, obgleich die Nadel nicht in ein vollkommenes Gleichgewicht gebracht werden kann, der Wahrheit ziemlich nahe kommen.

Die wenigen nun noch folgenden Versuche füge ich hauptsächlich zur Erläuterung der Theorie bei. Versuche zur Unterhaltung wird der scharfsinnige Leser leicht nach dem Vorhergehenden selbst machen können.

1) Die Methode zu entdecken, ob ein Körper von dem Magnet angezogen wird oder nicht, oder ob er Polarität hat oder nicht, oder welches der Nord- und Südpol desselben ist, ist so leicht, daß es keiner weitläuftigen Erklärung derselben bedarf. Es ist dazu weiter nichts erfoderlich, als daß man einem solchen Körper, den man dabei auf Wasser schwimmen lassen muß, einem Magnet oder einem von den Enden einer aufgehängten Magnetnadel nähert.

2) Man binde zwei Stücke von weichem Eisendraht AB, AB Fig. 15. und 16. Taf. XXV. jedoch jedes an einen besonderen Faden AC, AC, deren Enden zusammenlaufen, knüpfe sie in eine Schlinge und hänge sie so auf, daß sie frei schweben. Dann bringe man das markirte oder bezeichnete Ende D eines magnetischen Stabes, welches der Nordpol desselben ist, gerade unter sie, so werden die Drähte, wie bei Fig. 16. gezeigt ist, einander sogleich ab-

stoßen, und dieses Divergiren wird bis zu einem gewissen Punkte zunehmen, so wie der Magnet näher gebracht wird, so wie es auch im umgekehrten Falle abnehmen wird. Der Grund dieser Erscheinung liegt darin, daß durch den magnetischen Nordpol D, beide Enden B, B, der Drähte die nämliche Polarität, welches die südliche ist, bekommen, und folglich einander abstoßen, so wie die Enden A, A die Nordpolarität bekommen und folglich einander auch abstoßen.

Wenn man statt des Nordpoles D den Südpol des magnetischen Stabes den Drähten nähert, so erfolgt die Abstoßung wie zuvor, aber in diesem Fall bekommen die Enden B, B die nördliche, und die Enden A, A, die südliche Polarität.

Entfernt man den Magnet, so fallen die Drähte, wenn sie von weichem Eisen sind, bald zusammen, indem sie ihre ganze magnetische Kraft verloren haben. Bedient man sich aber stählerner Drähte oder gewöhnlicher Nähnadeln, so werden sie einander auch nach der Entfernung des Magnets noch abstoßen, weil Stahl die magnetische Kraft an sich behält.

3) Man lege einen Bogen Papier flach auf einen Tisch, streue etwas Eisenfeilspäne auf das Papier und lege einen kleinen Magnet unter dieselben, dann schlage man einige Mal gelind auf den Tisch, daß die Feilspäne erschüttert werden, so wird man sehen, daß sie sich um den Magnet NS herum anlegen, wie es bei Fig. 17. Taf. XXV. abgebildet ist, indem sich die Stahltheilchen an einander kleben und sich in Linien oder Reihen ordnen, die an den Polen N, S mit der Axe des Magnets einerlei Richtung haben, ein wenig seitwärts von den Polen anfangen sich zu biegen, und dann vollkommene Bogen bilden, die von irgend einem Punkte auf der nördlichen Hälfte des Magnets bis zu irgend einem andern Punkte auf der südlichen Hälfte desselben reichen. Der Grund dieser Erscheinung liegt nicht, wie einige meinen, darin: daß ein Strom der Flüssigkeit von dem einen Pole des Magnets ausginge und in den andern wieder eindränge, denn wenn dies der Fall wäre, so würden die Eisenfeilspäne alle nur nach einem der Pole getrieben werden. Sondern die wahre Ursache derselben ist: daß jedes einzelne Eisentheilchen wirklich magnetisch wird und zwei Pole bekömmt, wovon die Folge ist, daß sich jedes Theilchen an der Stelle, wo es eben

befindlich ist, eben so ordnet, wie jeder andere Magnet es thun würde, und daher mit seinen Enden die entgegengesetzten Pole anderer Theilchen anzieht.

4) Man nehme einen starken Magnet und halte an den einen Pol desselben ein Stück Eisen, das nur ein klein wenig schwerer ist, als es der Magnet tragen kann, so wird es, sobald man die Hand davon entfernt, herabfallen. Hält man aber, ehe man die Hand entfernt, den unteren Theil des Eisens in einer Entfernung von ungefähr einen halben Zoll von demselben ein anderes Stück Eisen, so wird man finden, daß der Magnet nun im Stande ist, das erste Stück Eisen, das er vorher nicht halten konnte, zu tragen. Kurz, ein Magnet kann ein größeres Gewicht von Eisen, von einem anderen Stück Eisen, wie ein Ambos oder dergleichen ist, aufheben als von einem Tische. Der Grund davon ist, daß in dem ersteren Falle, die eiserne Basis oder das untere Stück Eisen, indem es selbst einigermaßen magnetisch wird, den Magnetismus des ersten Stück Eisens verstärken hilft, und folglich die Anziehung zu verstärken dienet.

5) Man lege einen magnetischen Stab wie AB, Fig. 18. Taf. XXV. so auf einen Tisch, daß der eine Pol desselben ein wenig über denselben heraussteht, und hänge ein eisernes Gewicht C daran; dann nehme man einen anderen magnetischen Stab, D, E der dem ersten gleich ist, und bringe ihn gerade und so über denselben, daß er mit ihm parallel aber doch ein wenig von ihm entfernt ist, und daß die entgegengesetzten Pole einander zugekehrt sind. Die Folge davon wird seyn, daß die Anziehung von B vermindert und daß das Eisen C, wenn es schwer genug ist, herabfallen wird, weil in diesem Falle der Magnet AB blos im Stande seyn wird, ein kleineres Stück Eisen zu tragen. Bringt man die Magnete noch näher zusammen, so wird die Anziehung von B noch mehr vermindert, und kommen die beiden Magnete in völlige Berührung, so verschwindet, vorausgesetzt, daß sie sich an Kraft gleich sind, die Anziehung zwischen B und C gänzlich. Wird aber der Versuch mit dem Unterschiede wiederholt, daß die freundschaftlichen Pole der Magnete zusammengebracht werden, so wird die Anziehung zwischen B und C, anstatt vermindert zu werden, verstärket.

Bayerische Staatsbibliothek München

6) Man biege einen eisernen Draht, der ungefähr einen Viertelszoll im Durchmesser hat, und vier oder fünf Zoll lang ist, so daß er einigermaßen einem gothischen Bogen ähnlich ist, also einen scharfen Winkel in der Mitte hat, wie ABC, Fig. 19. Taf. XXV. und befestige ihn gut an einem schicklichen Gestelle, oder lasse ihn auch jemand halten, und zwar so, daß der Winkel abwärts gekehrt ist. Dann halte man einen der Pole des Magnets DE, an das eine seiner Enden A und bringe dann, während der Magnet in dieser Lage bleibt, ein nicht großes Stück Eisen H, an den Winkel C, so wird man finden, daß es daran hängen bleibt. Wird nun ein anderer Magnet an dem anderen Ende B des gebogenen Drahtes so angehängt, daß der Pol G ein entgegengesetzter Pol von dem Pole E ist, so wird das Eisen H sogleich herabfallen. Ist aber der Pol G dem Pole E gleich, das heißt: sind sie beide Südpole oder Nordpole, so wird das Eisen H nicht nur an C hängen bleiben, sondern der besagte Winkel wird auch im Stande seyn, ein noch größeres Gewicht als H zu tragen. Der Grund davon ist, daß, weil in dem ersteren Falle die Enden A und B des gebogenen Eisendrahtes verschiedene Polaritäten besitzen, der Winkel C der magnetische Mittelpunkt wird, bei dem es weder Anziehung noch Abstoßung giebt, da in dem zweiten Falle der Winkel C, weil beide Enden des gebogenen Eisendrahtes einerlei Polarität besitzen, die entgegengesetzte Polarität bekömmt. In diesem letzteren Falle muß der gebogene Eisendraht zwei magnetische Mittelpunkte, nämlich an jeder Seite einen, haben.

7) Um einigermaßen natürliche Magnete nachzuahmen, nehme man Eisenmohr, oder stoße, weil man dies leichter haben kann, Hammerschlag zu einem sehr feinen Pulver; vermische dieses Pulver mit Leinöl und mache so einen sehr steifen Teig davon. Diesem gebe man in einer Forme die Gestalt einer Terrelle oder eines Menschenkopfs u. dgl. und stelle ihn dann einige Wochen lang an einen warmen Ort. Dadurch wird er sehr hart werden. Macht man ihn dann durch starke Magnete magnetisch, so wird er eine beträchtliche bleibende Stärke bekommen.

Bayerische Staatsbibliothek München

Plate XXIII.

Fig. 13.
C E B A
D
F
K
Fig. 12.
A
B
Fig. 2.
D
C
A
D
B
G
Fig. 19.
D
B
K
I
H
G
R
P
F
S
X
Fig. 8.
E
F
E
F
E
E
N
A
C
B
D
D

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Cavallo, Tiberius, 1749-1809

Tiberius Cavallo's ausführliches Handbuch der Experimental-Naturlehre in ihren reinen und angewandten Theilen

Bd.: 4

Erfurt (1806)

Phys.g. 65-3/4
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10130892-3